

النفايات المنزلية

بين إعادة التدوير والأضرار الصحية والبيئية

فارس بن دباس عبدالرحمن السويلم



ح مكتبة العبيكان للتعليم، ١٤٣٧هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

السويلم؛ فارس دباس
النفايات المنزلية بين إعادة التدوير والأضرار الصحية والبيئية ./
فارس دباس السويلم.- الرياض، ١٤٣٧هـ
١٦٨ ص؛ ١٤ × ٢١ سم.
ردمك: ٨-٨٧٦-٥٠٣-٦٠٣-٩٧٨
١- النفايات المنزلية   ٢- تلوث البيئة
٣- إعادة تدوير النفايات   أ. العنوان
ديوي ٣٦٣,٧٢٨٥   ١١٧٣ / ١٤٣٧

الطبعة الأولى

١٤٣٧هـ / ٢٠١٦م

الناشر العبيكان للنشر

المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول
هاتف: ٤٨٠٨٦٥٤ فاكس: ٤٨٠٨٠٩٥ ص.ب: ٦٧٦٢٢ الرياض ١١٥١٧

موقعنا على الإنترنت
www.obeikanpublishing.com
متجر العبيكان على أبل
http://itunes.apple.com/sa/app/obeikan-store

امتياز التوزيع شركة مكتبة العبيكان

المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول

هاتف: ٤٨٠٨٦٥٤ - فاكس: ٤٨٨٩٠٢٣ ص. ب: ٦٢٨٠٧ الرياض ١١٥٩٥


بسم الله الرحمن الرحيم


المحتويات


الموضوع


الصفحة

الفصل الثالث: إدارة النفايات المنزلية، وطرق التخلص منها ٥٩



مقدمة

«وإن كنت على نهر جار».

قالهـا رسـول الله محمد ﷺ موجهًا أحـد صحابته رضي الله عنهم جميعًا بعدم الإسراف في الماء أثناء الوضوء.

إن النبـي الأمي ﷺ قـد وضع بهذا التوجيـه أساسًا لأحد أهم العلـوم في العصـر الحديث، وهو ما يعـرف بالتنميـة المستدامة أو الاستدامة، الذي يهـدف بشكل جوهري إلى حفظ البيئة عن طريق عـدة ممارسـات تؤدي الـى حفظ المـوارد الطبيعيـة والتركيز على استغـلال مصادر الطاقة المتجددة والنظيفـة، واستخدام التقنيات الخضراء في الصناعة، والحد قدر الإمكان من توليد الملوثات بكافة أشكالهـا، وتفعيل مبـادئ التدوير فيما يخص المـواد الاستهلاكية، وغـير ذلـك من الطـرق التـي تضمـن الاستغـلال الأمثـل للموارد واستمراريتها، وإدارة الملوثات إن وجدت بشكل فاعل.

إن مـن الظواهـر التـي تخالـف مبـادئ الاستدامة هـو تكون النفايات بمختلف أنواعها وتعدد أشكالها، حيث تشكل تلك النفايات عبئًـا ثقيـلًا علـى المجتمع، مـن حيث إدارتهـا بشكل فاعـل يضمن التخلص السليم منها: إما بدفنها أو استغلالها لإنتاج الطاقة. وفي حالات قليلة يتم إعادة تدوير جزء منها. هذا بلا ريب يتطلب إنفاق

أمــوال طائلة واستهــلاك مساحات كبيرة جدًّا مــن الأرض، لإنشاء المدافن والتجهيــزات الخاصة بالتخلص من تلك المواد، التي تتكون بكميات هائلة وبشكل يومي.

إن الزيــادة المهولــة في كمية النفايات التــي تنشئ بشكل يومي وتعــدد أنواعهــا يرتبط بشــكل وثيق بالطفــرة الصنــاعيــة، وكذلك التجاريــة التــي شهدهــا العــالم في العقــود القليلــة الماضيــة. أدى هــذا التقــدم الصناعــي والتجاري إلــى زيادة كبيرة جــدًّا في كمية الاستهلاك للسلع بمختلف أنواعها. هذا الاستهلاك يؤدي بالضرورة إلى تكون مواد يتم التخلص منها على هيئة نفايات، ولنضرب لذلك مثــلاً- فقبل انتشار المواد البلاستيكية- كانت المواد الغذائية، سواء كانت طعامًا أو شرابًا تعبأ في أواني معدنية أو زجاجية، وتكون قابلة لإعــادة التعبئة: كقواريــر اللبن والمشروبات الغازيــة وغيرها. أيضًا كان النــاســ يجلبون المأكولات من المطاعــم باستخدام أواني الطبخ المعدنيــة وعند التسوق من المحلات التجارية يتم استخدام الكرتون أو الورق لجلب الحاجيات. أما الآن وقد انتشرت مواد تعبئة وتغليف الغــذاء البلاستيكيــة فأصبحنا نرى الأكياس والعلــب الفارغة تملأ الأرجــاء، وعندما يجلــب أحدنا طعامًا جاهزًا فــإن حجم النفايات البلاستيكية التي تنشأ بعد الانتهاء من الأكل تضاهي أضعاف حجم الطعــام الذي تم استهلاكه. هذا علاوة على أن ما تم استهلاكه من طعــام قد تمت الاستفادة منه بشكل تــام في تغذية أجسامنا: أما ما تخلــف من مواد بلاستيكية توصم بأنهــا نفايات وهي لا تختلف عن

المـواد البلاستيكية الجديدة تبقى عبئًا ثقيـلًا على كاهل البيئة. إن الحــل الأمثل بكل سهولــة أن يكون لدينا حاويــات متعددة في المنزل مخصصة لعزل النفايات عن بعضها، ومن ثم يتم إعادة تدويرها.

مـن هنا ينبغـي للقارئ المكـرم أن يتنبـه إلى الحاجـة الملحة لتقليص كميـة النفايـات لحفـظ البيئـة، وذلك من خـلال بعض الممارسات الحضارية، التي يمكن أن تحد من التلوث بتلك الكميات الضخمـة من النفايـات. يكون ذلـك بالتزام إستراتيجيـة التاءات الثـلاث (ت-ت-ت)، وهـي اختصار لثلاث ممارسـات، هي تقليل وتكـرار استعمـال وتدوير. التقليـل يعني الحد مـن استخدام المواد التـي تـؤول إلى نفايات، وهـذا يرجع في الأساس إلـى الوعي البيئي لـدى الشخص، فعندمـا يقوم أحدنا بشراء علبة مـاء صغيرة، فإن ذلـك لا يستدعـي حملها في كيـس بلاستيكي يكـون مصيره الرمي بمجرد الخروج من السوق. الممارسة الثانية وهي تكرار الاستعمال، تعنـي أن نقوم بإعادة استخـدام المادة على هيئة مغلـف أو كيس أو علبة وخلافها، مرات عديدة ما لم يكن هناك خطورة على الصحة، وذلـك من أجـل الحد من استهـلاك مواد جديدة تـؤول في النهاية إلـى نفايات. وأخيرًا فـإن الممارسة الثالثة وهـي التدوير، فتعني أن تصنـف النفايات بحسـب نوعها، لتخضـع لبرامج إعـادة التدوير لأغراض متعـددة كإنتاج الطاقة وغيرها، وسـوف يتم التطرق إلى هذه التقنيات من خلال الفصل الثالث من هذا الكتاب.



تصنف النفايات بحسب مصدرها، فهناك النفايات البلدية التي تنشأ من المنازل والمتاجر والمرافق الخدمية وغيرها، وهناك النفايات الصناعية التي تنتج من جراء النشاط الصناعي، والنفايات الزراعية والطبية التي تكون نتيجة الأنشطة الزراعية والصحية من خلال المستشفيات والمراكز الصحية وغيرها. وعلاوة على ذلك يوجد أنواع أخرى لا تقل أهمية من ناحية إلحاق الضرر بالبيئة إذا لم تدر بشكل سليم، وهي النفايات الإلكترونية ومخلفات السيارات، حيث تحتوي تلك النفايات على بعض المواد الضارة جدًّا بالبيئة: كالمعادن الثقيلة مثل الرصاص وغيره.

يهدف هذا الكتاب إلى التعريف بالنفايات المنزلية من حيث المكونات والحجم والأضرار الاقتصادية والبيئية، التي قد تنجم من جراء الزيادة المطردة في حجم تلك النفايات وتعدد أنواعها في ظل غياب مفهوم شامل لأهمية إعادة تدوير تلك النفايات أو الاستفادة منها والتخلص منها، بطرق حضارية وسليمة. نظرًا لأهمية الحديث عن النفايات المنزلية الخطرة وضرورة توعية المجتمع بذلك، فقد أفردت بابًا مستقلًا لهذا الموضوع المهم. كذلك سوف يتم التطرق إلى الإدارة السليمة لتلك النفايات، ومن أهمها إنشاء مراكز التدوير في الأحياء السكنية وغيرها. سيتم كذلك من خلال هذا الكتاب معرفة الوضع الراهن لإدارة النفايات المنزلية في المملكة العربية السعودية، واقتراح توصيات للنهوض ببرامج إدارة النفايات المنزلية. ونظرًا لأن النفايات المنزلية هي من المواضيع التي

تهـم كافة النـاس، فإن هذا الكتاب موجه لعامة القراء، وكذلك فإنه موجـه أيضًا للعاملين في مجال الاستثمـار في إعادة تدوير النفايات بشكل عام، والمهتمين بمجالي البيئة والصحة العامة. إن المأمول من خـلال اطلاع القارئ على محتويـات هذا الكتاب أن يعي وبشكل تام الـدور الذي يجب أن يقـوم به تجاه التعامل الصحيـح مع النفايات داخل المنزل.

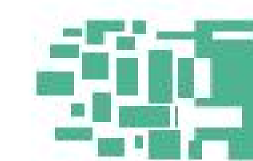
في ختام هذه المقدمـة أود تقديم الشكر والعرفان لمدينة الملك عبدالعزيـز للعلـوم والتقنيـة على دعمهـا السخي لمشـروع معالجة وإعـادة تدوير النفايات البلاستيكية، الذي تم التطرق له بالتفصيل في ثنايا هذا الكتاب.





1

النفايات المنزلية - تعريف وتصنيف



قبـل أن نشرع في التعريف بالنفايات المنزلية وخطورتها، يجب أن نحدد تعريفًا يوضح معنى كلمة نفاية. في المعجم الوسيط النفاية بضم النــون تعني ما أُبعِد من الشيء لرداءته. وبقيَّة الشيء. ونُفَاية المطـر: رَشَاشـه. ويقال: هو من نُفَايات القوم مـن رُذالِهم. من هنا يتضـح أن كلمة نفايـة بمفهوم المعجم الوسيـط لا تنطبق بشكل تام علـى ما يتـم الاستغناء عنه من المواد بمختلـف أشكالها كعلب المياه والمشروبـات المعدنيـة أو البلاستيكيـة أو الزجاجيـة، وذلك لأنها لا تتسـم بالرداءة. ومـن خلال هذا الفصـل سيتم تعريـف النفايات المنزلية وتصنيفها وبيان خطورة بعض مكوناتها.

تعريف النفايات المنزلية

يسهـل على القارئ أن يتعرف على النفايات المنزلية من خلال ما يتم الاستغناء عنه في المنزل بشكل يومي على هيئة نفايات، ويشمل ذلك بقايا الطعـام ومخلفات الورق والمناديـل والصحف والمجلات المستخدمـة وعلب المشروبـات المعدنيـة والزجاجيـة والبلاستيكية وغيرهـا. لكن هل ما ذكر آنفًا يشمل جميع النفايات، التي قد تتكون نتيجة لمختلف الأنشطة الإنسانية في المنزل؟

الجـواب هو ليسـ بالضرورة، لأن هنـاك أنواعًا أخرى لا تقل أهمية من ناحية مساهمتها في تلويث البيئة إذا لم يتم التخلص منها

بطـرق سليمة: كالنفايـات المنزلية الخطـرة (Haz-mat)، وتشمل بقايـا الأدوية منتهية الصلاحية والمستغنـى عنها، وكذلك المبيدات والمنظفـات وغيرها. من وجهتـي النظر الاجتماعيـة والاقتصادية يحدد الباحثون والمهتمون مصطلحًـا يحدد حجم النفايات المنزلية في مجتمع ما، وذلك ما يطلق عليه معدل التوليد، وهو مقدار ما ينتج من النفايات المنزلية بالكيلوجرام للفرد في السنة. يتأثر هذا المعدل بعوامـل عدة، مثل حجم المنــزل، ومستوى الدخـل، وحجم حاويات النفايات في المنزل[١]، فكلما زاد عدد أفراد العائلة قل معدل التوليد، بينمـا يزداد كلما زاد مستوى الدخل وكـبر حجم حاوية النفايات[١]. وهنا نسوق بعض الأمثلة على معدل توليد النفايات المنزلية في بعض البلـدان. في الاتحاد الأوروبي الذي يضـم سبعًا وعشرين دولة يزيد متوسـط معدل توليد النفايات المنزليـة على ٤٤٦ كجم/فرد/سنة[٢] بإنتـاج إجمالي في جميـع دول الاتحاد يفـوق ٢٠٠ مليون طن متري في السنـة. في السويد التي تتميز بارتفاع الدخل القومي يزيد معدل توليـد النفايات المنزلية علـى ٣٧٠ كجم/فرد/سنة[١]. بحسب وكالة حمايـة البيئة الأمريكية (EPA) فإن معـدل توليد النفايات البلدية في الولايات المتحـدة الأمريكية يفوق ٧٠٠ كجم/فرد/سنة. في أكثر البلـدان اكتظاظًـا بالسـكان مثل الهنـد يبلغ متوسـط معدل توليد النفايات ١٤٦ كجم/فرد/سنة[٣]، وهو معدل منخفض مقارنة بما هو الحال في أوروبا وأمريكا، ولعل ذلك يعود إلى كثرة الكثافة السكانية لـكل منزل وتـدني معدل الدخـل. وأخيرًا لعل القـارئ المكرم يسأل

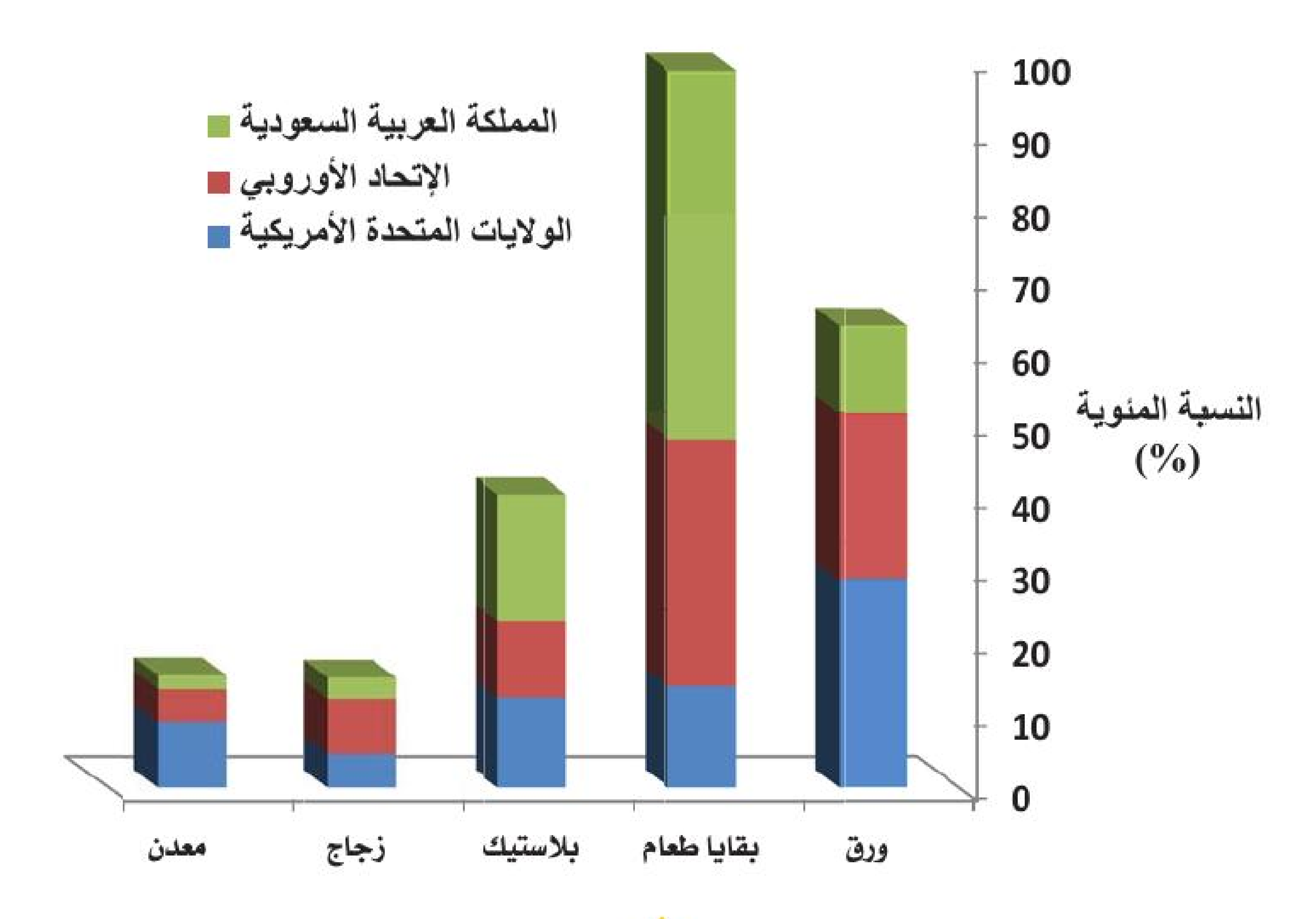
ما هو معدل توليد النفايات المنزلية في المملكة العربية السعودية؟ والجواب أنه على الرغم من عدم وجود إحصاءات دقيقة حول ذلك، إلا أن معدل التوليد يقدر بحوالي ٥٩٠ كجم/فرد/سنة[٤]. يلاحظ هنا أن متوسط إنتاج الفرد للنفايات في المملكة يفوق مثيله في دول الاتحاد الأوروبي.

تصنيف النفايات المنزلية

يمكن تصنيف النفايات المنزلية إلى نفايات قصيرة الأجل وطويلة الأجل. النفايات المنزلية قصيرة الأجل هي التي يتم التخلص منها بشكل يومي: كبقايا الطعام ومخلفات الورق والبلاستيك والمياه العادمة وغيرها. أما النفايات المنزلية طويلة الأجل فهي تلك النفايات التي قد تتشكل على مدى عدة أسابيع أو بضع شهور أو ربما بشكل سنوي، ويشمل ذلك على سبيل المثال الأثاث المنزلي المستغنى عنه: كالسجاد والموكيت، والأجهزة المنزلية: كالثلاجات والمكيفات وأواني المطبخ، سواء المعدنية أو البلاستيكية والأجهزة الكهربائية المستخدمة في المطبخ ولعب الأطفال وغيرها. ومن النفايات المنزلية طويلة الأجل؛ الأجهزة الإلكترونية كالتلفاز والحاسب الآلي وملحقاته والألعاب الإلكترونية وغيرها. وأخيرًا وليس آخرًا، ومن أهم الأمثلة على النفايات المنزلية طويلة الأجل تأتي النفايات المنزلية الخطرة، وسوف نفرد لها جزءًا خاصًّا لأهمية التوعية بها. وفيما يلي نتناول بالتفصيل أهم النفايات المنزلية سواء كانت قصيرة الأجل أو طويلة الأجل.

أ. نفايات منزلية قصيرة الأجل

يبين الشكل ١-١ أهم النفايات المنزلية قصيرة الأجل في بعض البلدان.

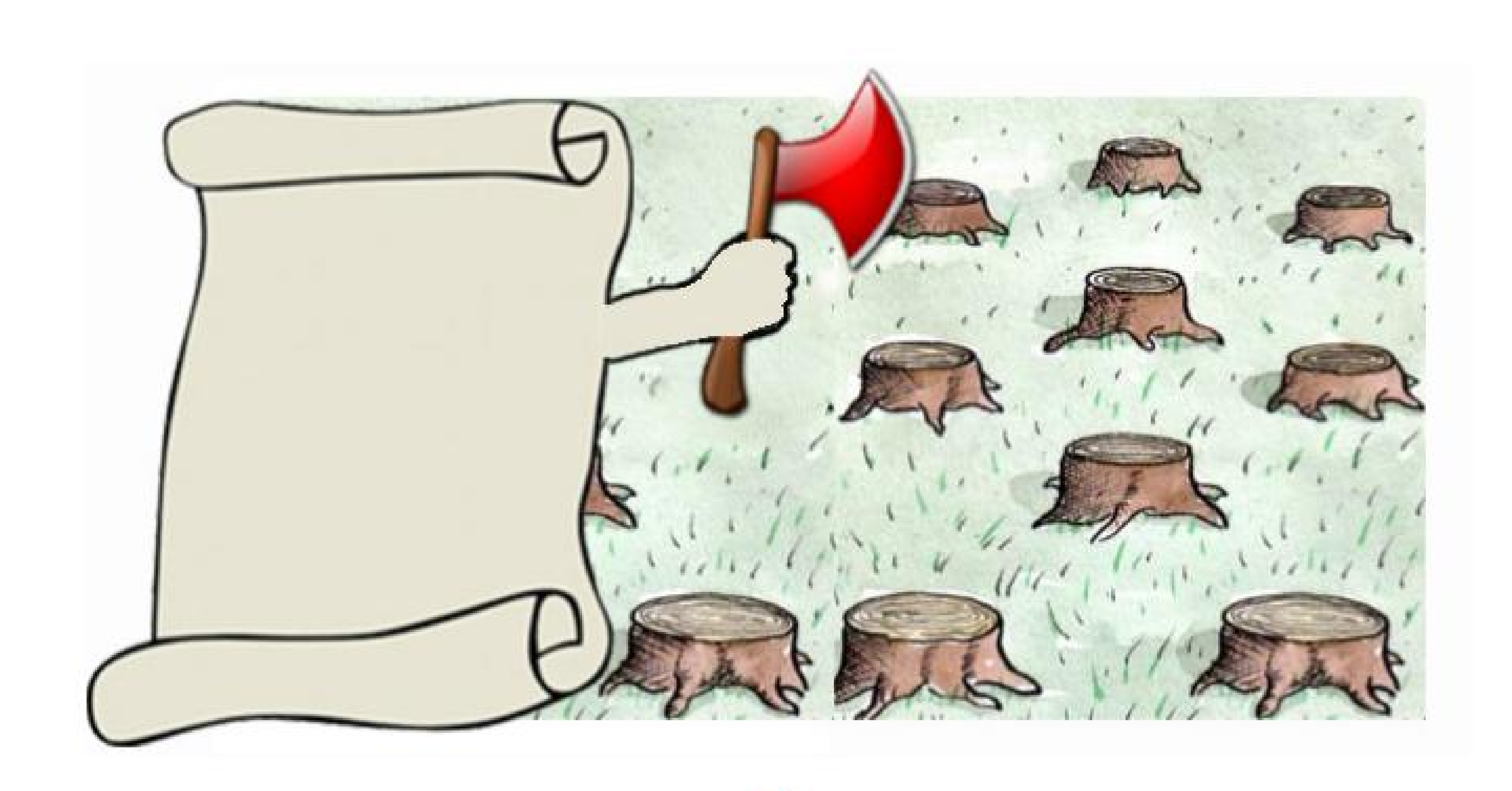


الشكل (١-١) أبرز مكونات النفايات المنزلية قصيرة الأجل في بلدان مختارة [٥-٧].

• نفايات ورقية

يستخدم الناس الورق في المنازل بشكل واسع على هيئة منتجات متعددة: كورق الكتابة والطباعة وقرطاس المدارس والصحف والمجلات، وكذلك المحارم الورقية المعروفة بالمناديل. من المعلوم أن مصدر إنتاج الورق بمختلف أشكاله هو مادة السيليلوز المستخرجة من الأشجار، ومن هنا نعلم أنه كلما ازداد معدل استهلاك الورق

زاد في المقابل معدل اجتثاث الأشجار من على ظهر الأرض، وهذا بلا شك لا يتماشى مع إستراتيجية التنمية المستدامة. يبين الشكل ١-٢ الأضرار المترتبة على الاستهلاك الجائر للورق.



الشكل رقم (١-٢) صناعة الورق لها تبعات سلبية على البيئة.

حقائق حول صناعة الورق

١. تعد صناعة الورق من أكبر الصناعات المستهلكة للمياه، حيث يتطلب إنتاج كيلو جرام من الورق استهلاك حوالي ٣٢٤ لترًا من الماء[٨].

٢. صناعة الورق تعد ثالث مستهلك للوقود الإحفوري (النفط)[٨].

٣. تستهلك صناعة الورق حوالي ٣٥ ٪ من الإنتاج العالمي للأخشاب[٨].

٤. تُعدُّ صناعة الورق من أكبر المستهلكين لعنصر الكلورين المستخدم لتبييض الورق[٨].

٥. ينتج غاز الدايوكسين بوصفه منتجًا ثانويًا عند إجراء عملية التبييض وهو غاز مسرطن[٨].

٦. يشكل الورق حوالي ٤٠ ٪ من النفايات البلدية الصلبة[٩].

٧. يتطلب إنتاج كيس واحد من الورق ضعف الطاقة اللازمة لإنتاج مثيله من البلاستيك[٩] .

٨. إعادة تدوير طن واحد من الورق يؤدي إلى حفظ وتوفير عشرين شجرة و سبعة آلاف جالون مياه وثلاثة أمتار مكعبة من الأرض المخصصة لدفن النفايات وحوالي ثلاثة براميل من البترول وثلاثين كيلو جرام من ملوثات الهواء[٩-١٠] .

٩. في الولايات المتحدة الأمريكية، لو قام كل منزل باستخدام لفة مناديل ورقية معاد تدويرها بدل لفة جديدة لأمكن حفظ أكثر من خمس مئة الف شجرة من القطع[٩] .

١٠. صناعة الورق تضخ حوالي مئة ألف طن في السنة من الأمطار الحمضية التي تنتج ثاني أكسيد الكبريت في الهواء[١٠] .

١١. إنتاج الورق من مواد معاد تدويرها يمكن أن يقلل تلوث الهواء بنسبة ٧٤٪، وتلوث المياه بنسبة ٣٥٪[١٠] .

• نفايات الطعام

تنشأ نفايات الطعام في المنازل بواسطة عدة طرق، منها ما يتعلق بالنمط الاستهلاكي للمواد الغذائية، ومنها ما ليس له ارتباط به. من المصادر التي ليس لها علاقة بالاستهلاك غير المنضبط للأغذية هو بقايا الطعام التي تتخلف نتيجة تناول الثلاث وجبات الرئيسة في اليوم كقشور وحبوب الفواكه والخضراوات وعظام اللحوم المختلفة وغيرها (الشكل ١-٣). لكن هناك ممارسات تؤدي إلى تكون نفايات طعام أو بمعنى آخر تؤدي إلى وضع طعام غير مستهلك في مرمى النفايات، ومن هذه الممارسات شراء

الأطعمــة بكميات كبـيرة دون النظر إلى القدر الـكافي منها بحسب حجــم الأسرة، وهــذا يؤدي إلى فســاد معظم هــذه الأطعمة بسبب انتهاء الصلاحية أو التخزين غير الجيد مما يصيرها إلى نفايات. من الممارســات الخاطئة التــي ترتبط بالنمــط الاستهلاكي للغذاء هــو إعــداد الوجبــات بكميات كبـيرة، بحيث يتبقى معظــم الطعام المعــد ويكــون مصيره حاويــة النفايــات (الشــكل ١-٤). أين تكمن المشكلة هنا؟ وللإجابة نقــول: إنه ناهيك عن أن هذا التصرف، أي الاستهــلاك المفرط للطعام والبذخ فيــه، مخالف لمبادئ الاستدامة المتماشيــة مــع تعاليم الدين الحنيــف، فإنه من شأنــه أن يؤدي إلى مشــكلات اقتصادية وبيئية كبــيرة. فبالنظر للبلــدان التي لا تأخذ بطــرق فصل النفايات في المنزل كالمملكــة العربية السعودية، بحيث تفصل المواد العضوية كالطعام مــن المواد الأخرى كالورق والزجاج والبلاستيك، في هــذه الحالة تكون عملية إعادة التدوير مكلفة جدًّا مــن الناحية الاقتصادية. أما من الناحيــة البيئية فإن دفن نفايات الطعــام في مدافــن النفايات البلدية يــؤدي إلى تكون غــاز الميثان، وهو أحد الغــازات التي تساهم بشكل كبير في ظاهرة سخونة الكون (GW). علــى المستوى الدولي فإن حجــم نفايات الطعام بلغ أرقامًا هائلــة جــدًّا، فبحسب وكالة حمايــة البيئة الأمريكية فــإن الولايات المتحــدة الأمريكيــة أنتجــت نفايات طعــام تجاوزت أربعــة وثلاثين مليــون طن في عــام ٢٠١٠ م. فللمرء أن يتخيل مــدى التأثير البيئي لهذه الكميات الضخمة علــى هيئة انبعاث للغازات الخطرة، وتكاثر

الحشـرات الضـارة، وغيرها من الملوثـات. لتوضيـح أهمية ضبط النمط الاستهلاكي للطعام للحد من الزيادة المطردة في تكون نفايات الأطعمة، فإنه من الطرق المقترحة لإعادة تدوير نفايات الطعام هو تقديمها كغذاء للحيوانات، لكن ذلك يتطلب توفر معايير عدة، منها المحتـوى المناسب مـن الرطوبة، وهذا من الصعوبـة ضبطه، وأن لا يحتـوي على أي لحـوم، وإن وجدت اللحوم فإن ذلـك يتطلب بعض المعالجات الخاصة كالتعقيم[١١].



الشكل رقم (١-٣) بقايا طعام غير قابلة للاستهلاك البشري[١٢].



الشكل رقم (١-٤) إعداد الطعام بكميات كبيرة تفوق الحاجة يخالف أسس التنمية المستدامة[١٣].

• نفايات بلاستيكية

يلجأ الكثير من الناس، وخاصة في المناسبات إلى استعمال الآنية البلاستيكية من أطباق وملاعق وأكواب وغيرها، بدلًا عن الأواني الأخرى المعدنية والخزفية وغيرها، وذلك للتخلص من عبء تنظيف تلك الأواني المستخدمة بعد الفراغ من الأكل. يبين الشكل ١-٥ بعض المواد البلاستيكية ذات الاستخدام مرة واحدة، التي تستعمل في المنازل بشكل واسع. يعد البلاستيك من أكثر النفايات المنزلية تكونًا بعد نفايات الطعام والورق، (انظر الشكل ١-١)، ويقدر الإنتاج الشهري من النفايات البلاستيكية المنزلية

لمجمع سكني حكومي في مدينة الرياض بحوالي اثنان طن[14]. لكن البلاستيك على النقيض من نفايات الورق وبقايا الطعام غير قابل للتحلل بشكل تام، وربما تبقى بعض أنواع البلاستيك كما هي في أثناء دفنها، ولا يحدث لها أي تحلل ولو بشكل جزئي.



الشكل رقم (١-٥) بعض المواد البلاستيكية ذات الاستخدام لمرة واحدة التي يكثر استعمالها في المنازل كالصحون والأكواب وسفر الطعام وحاويات المنظفات.

إن المواد البلاستيكية تتصف بقلة كثافتها النوعية، لذا فإن أوزان قليلة جدًّا من تلك المواد يكفي لصنع أحجام كبيرة نسبيًّا، فمثلاً يمكن صنع عبوة مياه بلاستيكية بحجم ٥ لتر، وذلك باستخدام حوالي ١٠٠ غرام فقط من مادة عديد الايثلين الترفثالاتي، (PET)، وهذا له أثر سلبي على المساحات المخصصة لردم النفايات. كذلك تتصف المواد البلاستيكية بصعوبة تحللها مقارنة بالمواد التقليدية كالحديد، وهذا يتطلب زيادة في أعداد مدافن النفايات. بالإضافة إلى ماسبق ذكره، قد يسهم تحلل بعض المواد التي تضاف لتحسين خصائص المواد البلاستيكية عند ردمها إلى إلحاق الضرر بالنظام البيئي. وتجدر الإشارة

هنا إلى أهمية توعية أفراد المجتمع بالطريقة السليمة للتعامل مع المواد البلاستيكية داخل المنزل، حيث يلاحظ بعض التصرفات الخاطئة مثل الاستخدام المتكرر للعبوات البلاستيكية الفارغة، وملئها بأطعمة سائلة أو صلبة خاصة عند درجات حرارة مرتفعة، وهذا قد يؤدي إلى انتقال لمكونات المادة البلاستيكية أو الإضافات الموجودة بها للنتيجة للتأثير المباشر بينهما، مما قد يتسبب بأضرار بالغة على صحة الإنسان الذي هو عماد التنمية الاقتصادية. قبل المضي للحديث عن نفايات المعادن والزجاج، نود أن نذكر بأهمية الوعي التام بأنواع المواد البلاستيكية المتداولة في الوقت الراهن، وخاصة تلك التي تستخدم لتعبئة الأغذية الصلبة والسائلة، حيث يسهل على المرء أن ينظر أسفل العلبة أو الحاوية ليتعرف على نوع المادة البلاستيكية من خلال الأرقام الموجودة داخل علامة التدوير، وهو المثلث ذو الثلاثة أسهم المتعاقبة (الشكل ١-٦). وهنا ننبه إلى بعض المفاهيم الخاطئة عن دلالة تلك الرموز، فالبعض يقول: إن الرقم داخل المثلث يعني عدد مرات التدوير المسموح بها، وهناك اعتقاد آخر بأن الرقم يدل على الخطورة، فبينما الرقم ١ آمن، فإن غيره كالرقم ٥ غير آمن وهكذا، وكل ذلك فهم خاطئ، والصحيح أن تلك الرموز تدل على نوع المادة، ولا شأن لها بخطورة المادة أو مدى القابلية للتدوير، فذلك يعتمد على نوع التطبيق المراد، وهو في الغالب مدى ملائمة المادة الغذائية لمادة الحاوية البلاستيكية. يبين الجدول ١-١ مدلولات تلك الرموز.

الجدول ١-١ رموز إعادة التدوير للمواد البلاستيكية

اسم المادة	الرمز	رمز إعادة التدوير	أبرز الاستخدامات
Polyethylene Terephthalate (عديد الايثلين الترفثالاتي)	PET, PETE	1 PETE	قوارير وعبوات المياه الشفافة، عبوات المشروبات الغازية، حاويات العصير والألبان، على حفظ الأغذية الصلبة، مثل العسل وغيره بعض على المنظفات المنزلية والشمبوهات وغيرها
High Density Polyethylene (عديد الايثلين عالي الكثافة)	HDPE	2 HDPE	حاويات المياه القاتمة وشبه الشفافة، حاويات الألبان والعصائر القاتمة وشبه الشفافة، أغطية على المياه والعصير والألبان وغيرها
Low Density Polyethylene (عديد الايثلين منخفض الكثافة)	LDPE	3 LDPE	أكياس التسوق، رقائق تغليف المواد الغذائية كالخبز، أكياس حفظ الأطعمة في الفريزر وغيرها
Polypropylene (عديد البروبلين)	PP	4 PP	على حفظ المواد الغذائية، بعض على المشروبات، أغطية على الأغذية الصلبة: كزبدة الفول السوداني وغيرها
Polystyrene (عديد الستايرين)	PS	5 PS	على منتجات الألبان: كالزبادي وغيره، صحون وأكواب وملاعق وسكاكين
Others (مواد أخرى غير المذكورة أعلاه)	-	6 OTHER	بعض على المأكولات: كمعجون الطماطم (الكاتشب)، عبوات مياه البرادات المصنوعة من مادة عديد الكربونات (PC) وغيرها.



الشكل رقم (١-٦) رمز إعادة التدوير الذي يحدد هوية المادة البلاستيكية.

• نفايات زجاجية ومعدنية

بعد انتشار الصناعات البلاستيكية وتنوع منتجاتها، اكتسحت تلك المنتجات معظم التطبيقات التي كانت تستخدم المعادن والزجاج كمواد للتعبئة والتغليف، ومن أهمها الأغذية من طعام وشراب. بالرغم من ذلك يوجد بعض المنتجات الغذائية لا تزال تعبأ في قوارير وعلب زجاجية ومعدنية لاعتبارات صحية: كحفظ الطعام من التعفن والتأكسد، وذلك لسهولة مرور الغازات الحافظة داخل الغذاء من خلال جدار المادة البلاستيكية. معظم المعلبات الغذائية لا تزال تعبأ في علب معدنية وبعض المشروبات الغازية

تعبأ في قوارير زجاجية. يكثر استهلاك تلك المنتجات الغذائية في المنازل، مما يؤدي إلى تكون نفايات من تلك القوارير والعلب. تقدر وكالة حماية البيئة الأمريكية كمية العلب المعدنية والزجاجية التي يستغنى عنها بشكل سنوي في الولايات المتحدة الأمريكية بأكثر من اثنين ونصف مليون طن.

• نفايات منزلية أخرى

يمكن أن ينتج من المنزل نفايات أخرى بشكل يومي أو قصير الأجل خلاف ما ذكر آنفًا. فالمياه العادمة (WW) الناشئة من خلال الممارسات اليومية في المنزل كالغسيل ونحوه تعد نفايات لابد أن تعالج معالجة مناسبة بحسب مصدرها، وإلا أصبحت مصدرًا يهدد البيئة والصحة العامة. ولسنا بصدد الحديث عن معالجة المياه العادمة أو مياه الصرف الصحي في المنازل، لأن ذلك يتطلب كتابًا منفردًا. هنا ينبغي التأكيد على أهمية الفحص المستمر لشبكة الصرف الصحي في المنزل، وضمان عدم تسرب للمياه غير المعالجة أو رشحها إلى شبكة المياه الصحية المغذية للمنزل، وكذلك خزانات المياه في المنزل. من النفايات المنزلية الأخرى التي ربما تتكون بشكل يومي هي مخلفات الحدائق من أوراق الشجر وغيرها. تعد مخلفات الحدائق مصدرًا طبيعيًّا للسماد العضوي (Compost)، حيث يمكن استغلال بقايا الطعام وخلطها مع مخلفات الحدائق من أوراق وأعشاب وغيرها لتسميد تربة الحديقة في المنزل[١٥].

ب. نفايات منزلية طويلة الأجل

يوجد نفايات منزلية تتشكل على مدى أوقات طويلة، ولذلك يمكن تصنيفها كنفايات طويلة الأجل، ومنها الأثاث المنزلي المستهلك، الذي يمكن أن يحتوي على مواد مفيدة لو أحسن استغلالها: كالخشب والمعادن والأسفنج، كما في الأرائك والكراسي وغيرها من الأثاث المستخدم في غرف الجلوس. يمكن أيضًا أن يحتوي الأثاث المنزلي المستهلك على مواد نسيجية مصنوعة من البوليمرات الصناعية، وهي مواد مشتقة من البترول والغاز، كما في الفرش والموكيت وسترات النوافذ وغيرها. من النفايات المنزلية طويلة الأجل؛ الأجهزة الكهربائية والإلكترونية: كأجهزة الحاسب الآلي وملحقاته من الطابعات وغيرها، وكذلك الرائي (التلفاز) والثلاجات والغسالات وغيرها، وهذا النوع من النفايات يحتوي على مواد ضارة بالبيئة كالمعادن الثقيلة السامة، وكذلك مواد ثمينة يمكن استغلالها اقتصاديًا كالمعادن النفيسة والبلاستيك الهندسي.

يستخدم في صناعة الأجهزة الكهربائية: كالثلاجات والأجهزة الإلكترونية: كالحاسبات الآلية ومستلزماتها، وكذلك في صناعة السيارات العديد من المواد البلاستيكية ذات المواصفات عالية الجودة. ومن أمثلة هذه المواد البلاستيكية: عديد الكربونات (PC) وخلائطه مع بلاستيك اكريلو نتريل بيوتادائين ستايرين (ABS) لصناعة هياكل الحاسب الآلي والطابعات والهاتف الخلوي، عديد الستايرين المقاوم للصدمات (HIPS)، ويصنع منه إجزاء الثلاجة

الداخليـة. في الولايات المتحدة الأمريكيـة بلغ عدد أجهزة الحاسب الآلي منتهيـة الصلاحية في عـام ٢٠٠٤م حوالي ٣١٥ مليون جهاز، وذلك حسـب بيانات وكالة حماية البيئـة الأمريكية. وهذه الكميات الهائلة من الأجهزة الإلكترونية التي يتم الاستغناء عنها تعد مشكلة حقيقيـة، من حيث التعامـل السليم معها كنفايـات. فعند التخلص من هذه المواد عن طريق الدفن، فإن في ذلك تهديدًا حقيقيًّا للبيئة، نظـرًا لأن الأجهزة الإلكترونية تحتـوي على تشكيلة كبيرة من المواد المختلفـة، وبعض تلك المـواد يشكل تهديدًا للبيئـة كالمعادن الثقيلة، حيث تحتوي شاشات الحاسب الآلي مثلًا على حوالي ٢٧٪ من معدن الرصاص، وذلك فيما يعـرف بأنبوبة الأشعـة الكاثودية (CRT). ومـن وجهـة نظـر اقتصاديـة فإنه يوجـد بعض المعـادن الثمينة: كالذهـب والباليديـوم والتي تدخـل في تصنيع الدوائـر الكهربائية والمعالـج، لذا يعد عـدم استرجاع هذه المعادن نوعًـا من الهدر غير المبرر. أيضًا تعد المواد البلاستيكية من الأنواع PC و ABS من المواد المجـدي استرجاعها والاستفادة منها، إلا أن وجود بعض الإضافات في تلـك المـواد: كمضادات الاحـتراق قد يحد مـن إمكانيـة إعادة تدويرهـا. وفي المملكـة العربيـة السعودية لا توجـد إحصاءات عن كميـة الأجهزة الإلكترونية والكهربائية التي يتم الاستغناء عنها من قبـل المستخدمين، سواء كانوا أفـرادًا أو جهات حكومية ونحو ذلك، وطريقة التخلص منها، إلا أن المملكة في السنـوات القليلة الماضية شهـدت ولا تـزال تشهد تطورًا ملحوظًا في مجـال استخدام التقنية الإلكترونيـة: كأجهزة الحاسـب الشخصي والهواتـف الخلوية، لذا

يتوقـع أن يكون هنـاك كميات كبيرة يتـم الاستغنـاء عنها من تلك الأجهزة سنويًا، والتي في ظل عدم وجود إدارة تنظم كيفية التخلص مـن تلك النفايات سينتهي بها المطـاف في مدافن النفايات العامة. لهـذا ينبغي التفكـير الجاد لوضع إستراتيجيـة للاستفادة من هذه الـثروة وتجنيب البيئـة الأخطار المتوقعة من جـراء التعامل مع تلك المواد كنفايات بلدية تقليدية. ومن النماذج المحبذة اقتصاديًّا التي يمكـن أن تستغـل في المملكة هـي الأقراص المدمجـة المستغنى عنها مثـل أقراص الحاسـب الآلي وأقراص الفيديـو CD و DVD، حيث أصبحت تلك الأقراص تحل مكان أشرطة الكاسيت والفيديو، وصار النـاس يتداولونها بشكل واسـع، وعند الانتهاء مـن تلك الأقراص، وخاصـة التـي تتسم بقصر عمرهـا الزمني: كالأقراص التي توزع بكميات كبـيرة مثل الأقراص التعريفية وأقراص ألعاب الحاسب الآلي وغيرهـا، يكون مصيرها إلى حاوية النفايات. وهذه الأقراص مصنوعة من مادة PC وهي كباقي المواد الأخرى الداخلة في تصنيع الأجهـزة الإلكترونية وملحقاتها كمـادة ABS، تعد مواد بلاستيكية ذات قيمـة اقتصادية جيدة، وهي لا تصنـع داخل المملكة في الوقت الراهن، لذا فـإن استغلال مثل تلك المواد من خلال تهيئتها وإعادة تصديرهـا يعد مطلبًا اقتصاديًّا، وفي الوقت نفسه يحفظ البيئة من التلوث. إن كميات الأقراص التي يتم ضبطها وإتلافها بشكل سنوي مـن قبل الجهات المختصة في المملكة تعد ضخمة جدًّا، وتقدر بأكثر من ٢٧ مليون قرص[١٦].

نفايات منزلية خطرة

لا يخلو أي منزل من مواد التنظيف والتعقيم: كمساحيق وسوائل الغسيل وملطفات الجو الغازية (المرذذات) وغيرها، وكذلك مستلزمات العناية الشخصية والأدوية والمبيدات الحشرية. إن القاسم المشترك بين جميع ما ذكر من مواد أنها مواد كيميائية مصنعة، وبعضها يبلغ درجة عالية في السمية. لهذا يلزم على المرء أن يتعامل مع هذه المواد بعناية وحذر في أثناء سريان مدة الصلاحية، وكذلك عندما تنتهي صلاحية تلك المواد، وتصبح نفايات يجب التخلص منها. عندما ترمى هذه المواد وتختلط مع النفايات المنزلية، ثم تؤخذ إلى مدفن النفايات، فإن ذلك يشكل خطورة بالغة على صحة الأفراد العاملين في مجال نقل النفايات البلدية وإدارتها، وكذلك عندما تدفن تلك المواد مع النفايات الأخرى، فإن البيئة وخاصة التربة والمياه تكون في خطر بالغ من جراء التلوث بتلك المواد السامة. يوضح الشكل ١-٧ أهم المنتجات التي تحتوي على مواد خطرة والتي يتم استعمالها باطراد في أرجاء مختلفة من المنزل. إن الأدوية وغيرها من المنتجات كالدهانات التي تحوي مواد كيميائية خطرة كالدهانات، بل إن المجلات والصحف ربما تحتوي على متبقيات مذيبات خطرة كالتولوين وهو مركب كيميائي يحتوي على مادة البنزين شديدة السمية. لأهمية هذا الموضوع سوف يتم تناوله في الباب التالي بشكل مستقل.



المطبخ

- منظفات الأفران
- مساحيق وسوائل الغسيل
- مطهرات للأرضيات «كالديتول»
- أدوية
- مبيدات حشرية صلبة وغازية
- مزيلات الروائح

غرف الجلوس والنوم

- ملطفات (مرذذات) الجو الغازية
- منظفات السجاد والموكيت والقماش
- مستحضرات التجميل
- أدوية

دورات المياه

- منظفات ومطهرات (صابون، ديتول، كلوركس، غيرها)
- مزيلات الروائح الصلبة والغازية
- أدوية
- مبيدات حشرية

المستودع (الكراج) والفناء

- زيوت سيارات ومذيبات
- سوائل تبريد السيارة
- الدهانات ومزيلاتها
- أسمدة ومبيدات
- بطاريات
- مواد لصق (غراء)

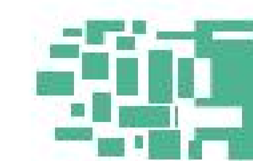
الشكل رقم (١-٧) بعض المواد الخطرة التي تستخدم في الأنشطة المختلفة في المنزل.



2

النفايات المنزلية الخطرة وأضرارها

مدخل



يوجـد العديـد مـن المنتجـات التجارية علـى هيئـة مساحيق أو سوائـل أو غـازات، التـي يكـثر استخدامها في المنـازل لإغراض متنوعة كالتنظيـف والتطهير وغيرها. إن هذه المنتجات كالمطهرات والمبيدات الحشرية وغيرها هـي مواد كيميائية مصنعة، لها طبيعة سميـة تتفاوت بحسـب المواد الداخلـة في تصنيعهـا ، ولهذا يتوجب الحـذر التام عند التعامل مع تلك المنتجـات في المنزل، وكذلك فإن خزنهـا ينبغي أن يتم بعناية فائقة لتجنب الأضرار التي ربما تحدث من جراء التعرض لها ، وخاصة من عبث الأطفال. ومن جانب لا يقل أهمية عن الطريقة السليمة للاستخدام والخزن، فإن التخلص من هـذه المنتجات: إما لانتهاء مدة الصلاحية أو بالاستغناء عنها ، فإن الإدارة السليمة للنفايات الخطرة تتوجب أن توضع هذه النفايات في حاويـات خاصة، وأن لا يتم وضعها مـع النفايات المنزلية التقليدية، لأن هـذه النفايات مثل علـب المبيدات والأدويـة المنتهية الصلاحية وغيرهـا ، تحتوي على مـواد كيميائية قد تشكل خطـورة على البيئة في حـال معالجتهـا أو دفنها مع النفايات البلديـة. ومن الممارسات الخاطئـة عنـد استخـدام بعض تلـك المنتجـات في المنـازل رش أو رذ المبيـد الحشـري في أماكـن الجلوس وربما في المطبـخ، بكل ما يحتويه من مـواد غذائية، وذلك من أجل مكافحة بعض الحشرات: كالبعوض والنمل (شكل ٢-١) . وهذه بلا ريب ممارسة غير سليمة

مـن الناحية الصحية، وذلك لأن المواد السامة قد تنفذ إلى الجسم مـن خـلال التنفس أو عبر الجلـد، وربما يتلوث الغـذاء الذي يكون قريبًـا من مكان الرش، والصحيح أن يتـم رش المكان وهو خال من النـاس، وأن يقوم من يمارس الرش بارتداء كمامـة واقية لحماية جهازه التنفسي.



الشكل رقم (٢-١) استخدام المبيدات الحشرية الغازية في المنزل.

في هـذا الفصـل يتـم التطرق إلى أهـم المنتجـات الكيميائية التـي تستخدم لأغراض متعـددة داخل المنـزل وتصنيفها وخطورة مكوناتها وكيفية التعامل السليـم معها وطرق التخلص منها عندما تؤول إلى نفايات.

تعريف النفايات المنزلية الخطرة

يمكن تعريف النفايات المنزليـة الخطرة بأنها تلك المواد التي عندمـا يتـم الاستغناء عنها علـى هيئة نفايات، ولم يتـم معالجتها والتخلص منها بالطرق السليمة المتبعة في إدارة النفايات الخطرة،

فإنهـا تشـكل خطورة كبـيرة على الصحـة والبيئة، نظـرًا للطبيعة الكيميائيـة لتلك النفايات. وتشمل تلك المـواد أنواعًا متعددة يبينها الجدول ٢-١.

وينبغـي التنويـه هنا إلى ضرورة وعـي المستهلك حول خطورة مكونـات تلك المنتجات، وأن يتم الاستعانـة ببطاقة السلامة للمنتج (MSDS)، التـي يمكـن الحصـول عليها مـن الشركـة المصنعة أو عبر الشبكة العالمية لمعرفة الإسعافـات الأولية والتحذيرات المتعلقة بمكونـات تلك المنتجات الكيميائية. ويبـين الملحق (أ) مثالًا لبطاقة السلامة لمنتج يكثر تداوله في المنازل، وهو منظف الديتول.

الجدول ٢-١ منتجات كيميائية متعددة تستخدم داخل المنزل.

المنتج	المكونات الأساس
المنظفات والمطهرات «كالديتول» و«الكلوركس»	أغوال (كحولات) – كلورين – هيدروكسيد الصوديوم -كلوركسيلينول
المبيدات الحشرية سواء المسحوق منها والسائل والعلب الغازية	هيدروكربونات متسلسلة (٤ الى ١٢ ذرات كربون) – مركبات المثرين – الكانات حلقية ومتشعبة – ببرونيل بوتوكسيد
سائل أو حبيبات أو مسحوق لفتح مجاري المياه المسدودة (أسيد، فلاش)	أحماض مركزة كحمض الكبريت
ملمعات وشامبوهات السجاد والفرش	أغوال (كحولات) – هيدروكربونات متسلسلة (٧ الى ٨ ذرات كربون) – نفثالين – إيثيل البنزين - ليمونين

مزيل البقع في الملابس والفرش	فوق أكسيد الهيدروجين – اسيتون – أحماض – هيدروكسيد الصوديوم – هيدروكسيد البوتاسيوم - جلسرين
منظفات دورات المياه ومزيلات الروائح	أغوال (كحولات)- نفثالين - مركبات التربين مثل الليمونين والباينين والميرسين
معطرات الهواء	مركبات التربين – ستايرين – كلوروميثان – بروبلين – مركبات بنزينية
الأدوية منتهية الصلاحية	مواد كيميائية متنوعة ومتباينة الخطورة
أدوات العناية الشخصية كمثبت وأصباغ الشعر ومزيل أصباغ الأظافر	اسيتون – ثلاثي كلور الإيثان
سائل تبريد للسيارات	جليكول الإيثلين
البطاريات بمختلف أشكالها	رصاص – حمض – زنك – ليثيوم - كادميوم - زئبق
أغراض العناية بالسيارات كالشمع وسائل الكابح (الفرامل) وزيوت التشحيم وغيرها	أحماض - أغوال (كحولات) – جليكول/ايثر – سيليكون
الدهانات ومزيلاتها	مذيبات عضوية (أغوال وكيتونات وغيرها) – اسيتون - بنزين
أغراض الحديقة المنزلية كالأسمدة والمبيدات	أمونيا (نشادر) – مركبات المثرين
غراء	كلوروفورم – إيثيل البنزين - زايلين
مصابيح إضاءة (حرارية وفلوريسنس)	تنقستون – كاولين -زئبق – فسفور – انتموني – منجنيز
أجهزة إلكترونية – حاسب آلي وملحقاته وتلفزيونات	فينول – تولوين – فورمالدهيد - ستايرين

ما ورد في الجدول ٢-١ يمثل المنتجات التي تستخدم غالبًا للعناية بالمنزل وللأغراض الشخصية، لكن يوجد بعض المنتجات التي لا تدخل ضمن منتجات العناية بالمنزل أو النظافة الشخصية والعناية الصحية وغيرها، ويتم تداولها داخل المنزل بشكل واسع، وهي تحتوي على مواد خطرة مثل الصحف والمجلات والعطور، بل إن عملية الطبخ داخل المنزل قد ينشأ عنها بعض الانبعاث للمواد الضارة، أو ما يعرف علميًّا بالمركبات العضوية الطيارة (VOC) التي سوف يشار إليها تباعًا بالمواد الطيارة. كثير من المواد الكيميائية مثل الأصباغ والمذيبات وغيرها تدخل في صناعة الورق بشكل عام كالصحف والمجلات. ومن تلك المذيبات المستخدمة في صناعة ورق الصحف التولوين والزايلين وغيرها من الكيماويات الأخرى: كمركبات التربين مثل الليمونين. كذلك فإن الكتب المطبوعة مثل الكتب الدراسية تحتوي عل نسب عالية من المذيبات والإضافات المختلفة، وهذا يفسره الرائحة القوية التي تطلقها الكتب المطبوعة حديثًا. وقد أجريت دراسة على الكتب الدراسية للأطفال وبعض المجلات، وتبين أنها تحتوي على نسب انبعاث عالية من الهيدروكربونات العطرية: كمركبات البنزين والتولوين وكذلك الفورمالدهيد والالدهيد[١٧].

وتقدر كمية انبعاث المواد الطيارة بشكل إجمالي من منتج ما بمعدل الانبعاث النوعي (SER) ووحدته ميكروجرام لكل وحدة

مساحة مقسومًا على الزمن. فعلى سبيل المثال فإن SER لمزيلات الروائح في دورات المياه هو من ٣,١ × $١٠^{٦}$ إلى ٧,٣ × $١٠^{٦}$ ميكروجرام/م٢/ساعة، بينما في المنظفات (مساحيق الغسيل) يبلغ حوالي ٤,٢ × $١٠^{٥}$ ميكروجرام/م٢/ساعة[١٨]. وقد تتحد هذه المواد المنبعثة مع غاز الأوزون، لتكون سلاسل أخرى من المواد الطيارة الضارة. وتعد منتجات التجميل والعناية بالبشرة والجسم ومن أهم المصادر لانبعاث المواد الطيارة. ويتم التعرض لانبعاث المواد الطيارة عند زيارة دور التجميل، التي تحتوي على كم هائل من المنتجات التجميلية بمختلف أنواعها. فعلى سبيل المثل يمكن أن تطلق كمية كبيرة من المواد الضارة كالايثانول والتولوين عند إجراء عملية البخ أو الرش لمثبتات الشعر (شكل ٢-٢).



الشكل رقم (٢-٢) مثبتات الشعر تحتوي على مواد ضارة.

أيضًا انتشر لدينا في أسواق المملكة المتعددة بعض المنتجات التجميلية رديئة الجودة، التي أثبتت التحاليل الكيميائية من قبل هيئة الدواء والغذاء احتواءها على مواد ضارة بالصحة، بل ربما تكون سامة، ومن الأمثلة على ذلك منتج الكحل الذي قد يحوي في تكوينه على نسب عالية من المعادن السامة كالزئبق والرصاص والكادميوم وغيرها من المواد الأخرى الضارة. أمر آخر ربما يتهاون البعض فيه وهو الاستخدام المفرط للمنتجات العطرية الصلبة: كالعود والبخور وخلافه، التي يتم حرقها بواسطة الجمر لتطلق الروائح العطرية (شكل ٢-٣) . هذه المنتجات التي هي عبارة عن خلطات لا يعلم المرء ما تحتوي عليه ربما ينبعث منها عند الحرق مواد غاية في السمية مثل البنزين والتولوين ومركبات كلورية مثل كلور الميثيلين. إلى جانب العطور الشرقية الصلبة والسائلة كالعود والبخور ومشتقاتهما فإن العطور الغازية (البرفيوم) لا تقل خطورة عنها.



الشكل رقم (٢-٣) استخدام بخور العود وغيره من العطورات الصلبة في المنازل.

فقـد تكـون هـذه العطـور مصـدرًا للمـواد الطيـارة المضرة بالصحـة عند انتشارها في الهواء داخل المنـزل أو في التجمعات في أماكن غير المنازل مسببة الكثير من المتاعب مثل الحساسية والربو. وقد أثبتت بعض الدراسات أن المواد الطيارة مـن العطور الغازية، ربما تتراكم في الجسم وخاصة في الأنسجة الدهنية، وفي حليب الأم ممـا يشكل خطورة بالغة على إمكانية الرضاعة الطبيعية[١٩]. كذلك فـإن استنشاق بعض مكونات العطور من المـواد الطيارة كالليمونين والكارفـون وهو مـن الكيتونات قد يؤثر على ضغـط الدم وعلى أداء المركـز العصبـي في الدمـاغ[٢٠]. إن الخطـورة فيما يخص العطور الغازية تكمـن في سرية المكونات أو ما يعرف «بالخلطة السرية» لأن الشركات المصنعة لا تفصح عن دقائق مكونات العطور التي تنتجها حفاظًا على المنافسة مع الشـركات الأخرى. أيضًا فإن توفر العديد مـن العطور الرديئة بأثمان بخسة قد يسهم وبشكل كبير بضرر بالغ بصحة الناس نظرًا لما قد تحتويه من مواد طيارة خطرة. وهنا يجب التأكيـد علـى حق المرء في معرفـة مكونات أي منتج يقـوم بشرائه، وأن يكـون ذلك واضحًا ومفصلًا علـى النشرة الملصقة بالمنتج. من المنتجـات التي يكثر استخدامها في المنـازل الصوف سواء الطبيعي المعالج بمـواد كيميائيـة أو الصناعي، وذلك كفرش للأرضيات أو ملابس، وكذلك المواد البلاستيكية بمختلف أنواعها كعديد اليورثين الذي يستخدم كعازل وكمـادة إسفنجية. إن هذه المنتجات المصنعة أو المعالجـة كيمائيًّـا قد تكون أيضًا مصدرًا لانبعـاث المواد الطيارة

الضــارة كمركبــات الكبريــت والكيتونــات والألديهــدات والتولوين والأغــوال والتولوين-سيانايــت (TDI). وتعــد المنتجــات الجلديــة برائحتها النفــاذة مصدرًا لانبعاث المواد الطيــارة كمركبات ثنائي كلور البنزين. أما حاويات النفايات داخل المنزل وخاصة في المطبخ، فإنها لا تعد فقط مصدرًا للروائح الكريهة، بل قد ينبعث منها طيف واسع مــن المواد الطيارة الخطــرة كالتربين والأغــوال والأحماض. وأخــيرًا فإن استخــدام المواقد أو الأفران التــي تعمل بالغاز يعد من مصــادر انبعاث المواد الطيــارة الخطرة داخل المنــزل، ومن أهمها البنزين والأيثلين والأسيتلين والبروبين.

يوجد على كل منتج كيميائي يستخدم لأغراض المنزل المختلفة علامــات تصنيفيــة وعبــارات تحذيريــة، ينبغــي على مــن يقتنيها قراءتهــا بعنايــة فائقــة. ويبين الشــكل ٢-٤ بعضًا من تلــك الرموز والعبــارات ومدلولاتها. وبالرغم من ذلك نجــد أن بعض الشركات أو المصانــع المنتجة لتلك المواد وخاصة الكيماويات المنزلية المصنعة محليًّــا تتهاون في وضع العلامــات التحذيرية وربما التهاون في وضع العبــارات التحذيرية علــى منتجات تتسم بالخطــورة الشديدة مثل الأحماض والكيماويــات الحارقــة، التــي تستخدم في فــك انسداد مجــاري المياه في المنزل أو ما يعرف عنــد العامة «بالفلاش» وكذلك المبيــدات الحشريــة (شكل ٢-٥). ينتــج عن التعرض للكيماويات المنزليــة سواء عن طريق البلع أو الشرب أو النفاذ عن طريق الجلد

أو التعرض للأبخرة السامة بعض الأعراض كالصداع والغثيان والدوار والتعرق وصعوبة التنفس وتحسس الأنف والحلق والعين وغيرها، وهنا يجب طلب المساعدة الطبية بشكل سريع. وفي الدول المتقدمة يوجد ما يسمى بمركز التحكم في التسمم بحيث يمكن للمرء الحصول على الاستشارة والمساعدة في كل ما يتعلق بالتعرض للسموم. وهناك بعض الإجراءات الأولية التي يجب عملها عند التعرض للكيماويات المنزلية بمختلف أنواعها. فمثلًا عند انسكاب مادة يعتقد أنها تشكل خطورة على الصحة فيمكن عمل التالي:

١. ارتداء قفازات قبل مباشرة التنظيف مع التأكد من عدم وجود أشخاص قريبين من مكان السكب وخاصة الأطفال.

٢. تهوية المكان وإبعاد أي مصدر حراري أو لهب.

٣. قراءة تعليمات السلامة المطبوعة على العلبة إن وجدت.

٤. تغطية المادة المنسكبة بقطعة قماش أو رمل أو تراب.

٥. كنس المادة ووضعها في كيس بلاستيك قوي، ومن ثم يربط بشكل محكم.

٦. تغسل الأرضية بماء.

٧. يوضع الكيس في الحاوية المخصصة لمعالجة النفايات الخطرة.



الشكل ٢-٤ العلامات التحذيرية المستخدمة على المنتجات الخطرة[٢١].

والأرقام وضعها المؤلف للشرح والتبيين

شرح الرموز:

١. يشكل خطورة على البيئة.

٢. سام.

٣. غاز مضغوط.

٤. مسبب للتآكل.

٥. قابل للانفجار.

٦. قابل للاشتعال.

٧. تحذيري - يستخدم للأخطار المنخفضة كالتحسس الجلدي.

٨. مادة مؤكسدة.

٩. مادة ضارة على المدى البعيد قد تسبب أمراض السرطان والجهاز التنفسي.

أ

ب

الشكل رقم (٢-٥) مدى التقيد بالرموز التحذيرية الدولية في المنتجات الكيماوية المنزلية المتداولة في الأسواق التجارية السعودية. (أ) مبيد حشري، (ب) مادة تسليك المجاري. يلاحظ التفاوت في وضع العلامات التحذيرية، وربما عدم وضعها على المنتجات المحلية المبينة في جهة اليسار.

من خلال الرموز المعطاة في الشكل ٢-٤ يتوجب على كل من يتعامل مع أي مادة كيميائية منزلية، أن يكون على معرفة تامة بمدلولات تلك الرموز، فإذا كانت المادة تحمل رمز ٤ أي أنها مسببة للتآكل، فهذا يعني في الغالب أن تلك المادة حمضية بدرجة قوية، وأنها في حال انسكابها على الجلد ربما تؤدي إلى تشوهات مستديمة. وإذا كانت المادة قابلة للتفاعل أو مؤكسدة، فهذا يعني حساسيتها

للظـروف المحيطة، فقد تنفجر بمجرد تعرضها للحـرارة أو الهواء أو الماء أو ربما تنفجر بمجرد سقوطها على الأرض. أما إذا كان المنتج لا يحمل أي علامات ورموز تحذيرية فإنه يكون آمن الاستخدام هذا على افتراض الثقة في الجهة المصنعة، وأنها تتبع تعليمات السلامة المتفق عليهـا دوليًّا. وقد يحمل المنتج بعض العبـارات مثل «يحفظ بعيدًا عن متنـاول الأطفال» أو «لا يستخدم بالقرب مـن مصدر حراري أو لهب» وغيرها مـن العبارات التحذيرية، لذا ينبغي قـراءة كل ما يكتب على المنتـج بدقة تامة. وكنصيحة عامة فإنه ينبغي كلما أمكن تجنب شراء المنتجات للأغراض المنزلية التي تحتوي على رموز وعلامات تحذيرية خطرة والاستعاضة عنها بالمنتجات الآمنة أو الأقل خطورة.

نصائح عند التعامل مع الكيماويات المنزلية

فيمـا يلـي نسوق جملة مـن النصائـح العامة، التـي يمكن أن يسترشد بها المرء عند التعامل مع المنتجات التي تستخدم للأغراض المنزلية، وتحتوي على مواد كيميائية مثل المنظفات والأدوية وغيرها:

١. يفضـل عند شـراء منتجـات العناية بالمنـزل كالمطهرات وغيرهـا أن يتـم قـراءة المكونـات والتحذيـرات بعنايـة (شـكل ٢-٦)، وأن يختـار المنتج الأقل خطـورة، وكذلك يراعى اختيار المنتجـات ذات الجودة العالية التي تنتجها مصانع ذات مصداقية كبيرة.

٢. أن تحفظ تلك المنتجات في مكان مناسب من حيث التهوية، وعدم تمكن الأطفال الوصول إليها، وأن لا يتم وضعها في المطبخ أو بالقرب من المواد الغذائية. كذلك يجب عدم الأكل والشرب عند استخدام تلك المنتجات ويفضل لبس قفازات أو غسل الأيدي مباشرة بعد الانتهاء في حال عدم توفر قفازات.



الشكل رقم (٢-٦) قراءة المكونات والتحذيرات وطريقة الاستخدام ضروري جدًا عند التعامل مع الكيماويات المنزلية.

٣. يجب عدم خلط تلك المنتجات مع بعض، لأن هذا ربما يقلل كفايتها أو يحدث تفاعلات كيميائية خطرة، وكذلك يحد من إمكانية إعادة التدوير في حال الاستغناء عنها كنفايات.

٤. يتم خزن تلك المنتجـات بحسب نوعها مفرقة عن بعضها البعض، حيث يجب أن لا توضع المنتجات القابلة للاشتعال قريبة من تلك المسببة للتآكل.

٥. البحـث عن بدائـل طبيعية آمنة، مثل استخـدام محلول عصير الليمون للتنظيف، كإزالة البقع من الملابس وتلميع الزجاج.

٦. عند شراء المنتجات التي تعتمد على المذيبات: كالدهانات والغـراء وملمعـات الأحذيـة وغيرها، ينبغـي اختيار تلك التي تحتوى على الماء كمذيب.

٧. ينبغـي الاستغناء عـن المـرذذات العطريـة الملطفة للجو (شـكل ٢-٧)، لأنهـا قد تضـر بصحة الإنسـان لسهولة دخولها للجسم عن طريق التنفس.



الشكل رقم (٢-٧) استخدام المرذذات العطرية المحتوية على مواد كيميائية.

بدائل للكيماويات المنزلية

يوجد بعض المنتجات الآمنة التي معظمها طبيعي، بحيث يمكن استعمالها كبدائل للكيماويات المنزلية: كالمنظفات والمطهرات والمبيدات الحشرية والزراعية وغيرها. يبين الجدول ٢-٢ بعض هذه البدائل.

جدول ٢-٢ بدائل للكيماويات المنزلية[٢٢].

المنتج الكيميائي	البديل	ملاحظات
مساحيق الغسيل والتطهير والكشط ومواد التنظيف التي تحتوي على الأمونيا (النشادر)	صودا الخبز (Baking soda)- الليمون - خل الطعام المخفف بالماء	يمكن عمل مزيج من زيت الخزامى أو زيت شجرة الشاي والماء واستخدامه لرش السطوح للتطهير.
الأسمدة الكيماوية لحديقة المنزل	كومبوست* - محسنات التربة الطبيعية مثل الرمل الأخضر وطعام الأسماك	يجب خزن الأسمدة والمبيدات الزراعية بشكل جيد والتأكد من إبعادها عن متناول الأطفال.
المبيدات الحشرية	مسحوق الفلفل الحار - ورق الغار - خليط متساوي من صودا الخبز والسكر	
المبيضات التي تحتوي على الكلورين	صودا الخبز	

منظفات المراحيض	صودا الخبز - الخل الأبيض – خل التفاح	يمكن أن يمسح المرحاض بخليط متساوي من الصودا والخل ثم يدعك بفرشاة. كذلك يمكن استخدام خل التفاح لوحدة وذلك بسكب كمية كافية من خل التفاح في المرحاض لمدة لا تقل عن ساعتين.
مسلكات مجاري المياه مثل الفلاش	خليط من الخل وصودا الخبز	يمكن سكب كوب من صودا الخبز ثم يتبع بنصف كوب من الخل ثم يصب بعد ذلك ماء حار لتسليك المجرى المسدود جزئيًا.
منظفات الزجاج والنوافذ	النشاء – الخل - الليمون	يمكن مزج ربع كوب من الخل مع حوالي لتر من الماء الدافئ، ثم يرش المزيج بالليمون، ويستخدم كمنظف للنوافذ أو ملمع للزجاج.
منظفات الأفران	صودا الخبز	ينثر الفرن بالصودا، ثم يرش بالماء، ثم يمسح جيدًا بقطعة قماش.
منظفات السجاد والموكيت	النشاء – صودا الخبز	يمكن نثر القليل من الصودا أو النشاء على الفرش أو السجاد ثم تنظيفه بالمكنسة الكهربائية.
مزيلات الروائح والمرذذات	الليمون	
مزيلات الدهانات (مادة التنر)	الخل – ورق الصنفرة	
مزيلات البقع	النشاء - صودا الخبز - الليمون	

ملمعات الأثاث	النشاء – زيت نباتي – الليمون - الخل	يمكن عمل ملمع عبارة عن مزيج من الزيت النباتي مع كمية قليلة من عصير الليمون أو الخل
كرات النفثالين لمكافحة العثة.	ورق الخزامى المجفف – أخشاب طبيعية كخشب الأرز وغيره	
منظفات الأرضيات	الخل	يمكن مزج كوب من الخل مع جالونين من الماء الدافئ لتنظيف الأرضيات.
المرذذات لتثبيت الشعر وإزالة الروائح وغيرها	يحرص المرء على شراء المرذذات غير الضارة التي لا تنتج هباءً (aerosol)	
معطرات الجو	التهوية الجيدة – استعمال الأعشاب العطرية والفواكه - صودا الخبز – الخل- القرفة – الشمع المعطر.	يمكن وضع قشور الفواكه كالبرتقال والجوافة وغيرها أو صودا الخبز أو الخل في وعاء مفتوح.

* انظر الفصل الثالث.

إن النفايات المنزلية الخطرة لا تقتصر على ما ذكر آنفًا من الكيماويات التي تتكون منها معظم المنتجات المستخدمة للأغراض المنزلية كالمنظفات والمطهرات والمبيدات الحشرية وغيرها، حيث يوجد بعض المنتجات الأخرى التي تحتوي على مواد خطرة، ويكثر استعمالها في المنزل مثل الدهانات (البويات) والأجهزة الإلكترونية.

فعنــد شراء منتجــات الدهانات يجــب الحرص علــى أن تكون تلك المنتجــات تحتوي علــى أقل نسبة من المواد سهلــة التطاير (VOC). أيضًــا يفضل شراء الدهانات ذات الأساس المائي (لاتكس)، لأنها أسهــل في التنظيف، حيث يتم ذلــك باستخدام الماء والصابون على عكـس الدهانــات ذات الأساس الزيتـي، التـي تتطلب مــادة التنر للتنظيـف والإزالة. كذلـك يفضل تجنب عمل أي دهــان باستخدام الرش أو البخ، كما في علب «البويات» المضغوطة، لأنها ملوثة للهواء بالإضافة لقابليتها للاشتعال. وعند إجراء عملية الدهان في المنازل فإنــه يجب أن يتم تهوية المكان بشــكل جيد، وتجنب الجلوس وتناول الطعــام في الغرف بعد عمل الدهان مباشــرةً، وذلك للخطورة التي قد تنشأ من جراء استنشاق مكونات الدهان المتطايرة قبل أن تجف تمامًا. أما علب الدهانات المستغنى عنها بما فيها من متبقيات فإنه ينبغــي أن لا ترمى مع النفايات المنزلية، وأن يتم وضعها في حاويات مخصصة لمثل هذا النوع من النفايات.

كذلك يوجد في المنازل بعض المنتجات الكيماوية التي تستخدم في المركبات مثل مياه التبريد والزيوت وغيرها، وهي بلا ريب تشكل خطورة على صحة الإنسان، فينبغي الحذر عند التعامل معها واتخاذ احتياطــات السلامــة اللازمة، مثل ارتــداء القفــازات والكمامات. وأخــيرًا فمــن المعلــوم أنه لا يخلــو منزل مــن الأجهــزة الإلكترونية ومستلزماتها بمختلــف أنواعها كالهواتف الخلوية وأجهزة الحاسب

الآلي وشاشـات الرائـي (التلفـاز) والبطاريـات وغيرهـا، وهـذه الأجهـزة تحتـوي على مواد خطـرة مثل الرصاص وغـيره، كما ورد في الفصل الأول. ومكمـن الخطورة هنا أنه عند الاستغناء عن هذه المنتجات فأنها تلقـى في سلة النفايات المنزلية، وهذا يشكل خطورة بالغة على صحة الإنسان وعلى البيئة بشكل عام.

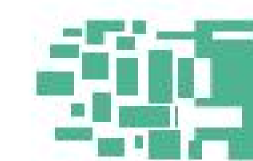




3

إدارة النفايات المنزلية وطرق التخلص منها

مدخل



تتشكل النفايات داخل أي منزل بصورة يومية ولعله من المألوف أن يرى المرء عند المساء أو في وقت متأخر من الليل حاويات النفايات، وقد وضعت خارج المنزل تمهيدًا لأخذها من قبل عمال النظافة، التي تجوب بهم شاحنة جمع النفايات الشوارع، لتفريغ حمولة تلك الحاويات فيها، لتأخذ طريقها إلى مصير ربما يكون مجهولاً للكثير منا. هل تساءل المرء منا قبل أن يخرج حاوية النفايات ويضعها عند عتبة المنزل عن مقدار مساهمته في تلويث البيئة والصحة العامة.

إن موضوع إدارة النفايات المنزلية والتخلص السليم منها هو ليس مهمة مقتصرة على الجهات المختصة، بل إن المجتمع يعد شريكًا فاعلاً في ذلك إذا التزم بمبادئ التنمية المستدامة، لاسيما تلك التي تعنى بالتقليل من النفايات كلما أمكن. على الرغم من أن معظم مكونات النفايات المنزلية قصيرة الأجل، حوالي ٧٠ ٪، هو عبارة عن مواد عضوية على شكل بقايا الطعام ومنتجات ورقية، إلا أن ذلك يتطلب توفر إدارة فاعلة تقوم على التصنيف والفرز من المصدر، ألا وهو المنزل بغرض إعادة الاستعمال أو الاسترجاع على هيئة منتجات مختلفة: كالأسمدة ومخصبات التربة من متبقيات الأطعمة والنفايات العضوية أو إعادة التدوير لبعض المواد: كالورق والبلاستيك والحرق في محارق متطورة (Incinerators) لإنتاج الطاقة وكخطوة أخيرة الطمر في أماكن مهيأة أو ما يعرف بمدافن

النفايات البلدية (Landfills). تشكل النفايات المنزلية حوالي ٦٥٪ من النفايات البلدية الصلبة (MSW) [٢٣]، وهذا يجعل الحديث عن ضرورة إدارتها بطرق فاعلة أمرًا مهمًّا جدًّا. ولنأخذ مثلًا على أحد مكونات النفايات المنزلية، ألا وهو المواد البلاستيكية، حيث إن نسبة ما يتم رميه من تلك المواد يزداد بشكل مطرد على مر السنين الماضية، ومن المتوقع أن يزداد بشكل أكبر في المستقبل، نتيجة للتنوع الهائل في إنتاج البلاستيك لمختلف التطبيقات، ومن أهمها تعبئة وتغليف الأطعمة والمشروبات. في هذا الفصل من الكتاب سوف يتم تناول الطرق المستخدمة في إدارة النفايات المنزلية: كعمليات الفرز من المصدر، وإعادة التدوير للمواد القابلة لذلك: كالورق والبلاستيك، وكذلك إنتاج السماد العضوي والطاقة. وللتوضيح فإن هذه الطرق لإدارة النفايات المنزلية كفرزها عند المنازل من خلال حاويات مختلفة اللون والشكل، ربما لا يراها المرء مطبقة في البلدان النامية: كمعظم الدول العربية، وسيتم الحديث عن وضع إدارة النفايات المنزلية في المملكة العربية السعودية في نهاية هذا الفصل.

إدارة النفايات المنزلية

إن التخلص السليم والاستفادة القصوى من النفايات المنزلية يتطلب تضافر الجهود من قبل أطراف عدة: كالمجتمع وأمانات المدن والمستثمرون في مجال إعادة تدوير النفايات. وقبل ذلك فإن وجود التشريعات الحكومية التي تلزم بضرورة الإدارة السليمة والفاعلة

للنفايـات المنزليـة يعـد مطلبًـا أساسًا للتعامـل الصحـي والبيئي والاقتصــادي مع تلك النفايات. وفيما يلي نتطـرق إلى دور المجتمع في إدارة النفايـات المنزليـة، وكذلك الطرق المتبعـة لفرز وتصنيف النفايات المنزلية.

• دور المجتمع

للمجتمـع دور فاعل في إدارة النفايات بشكل حضاري. إن وعي أفراد المجتمـع بكافة شرائحه بمشكلة النفايات يعد أمرًا مهمًّا جدًّا للحـد من هـذه المشكلة، حيث إن منشأ النفايـات هو الاستهلاك في المنازل والمحلات التجارية وغيرها من الأنشطة البشرية. إن التقليل مـن كمية النفايات المنزلية اليومية يتحكـم فيه العديد من العوامل التربويـة والاقتصاديـة والثقافية. بإمكان المـرء في المنزل أن يطبق إستراتيجيـة التـاءات الثـلاث، التي ذكرت في مقدمـة هذا الكتاب للتقليـل من تكوين النفايـات. فمثلًا يمكن إعـادة استخدام أكياس التسـوق لأغراض مختلفة، بدل رميها مـع النفايات. وضع النفايات في الحاويـة المخصصة بحسب نوع النفاية، وذلـك في البلدان التي تطبـق فصـل النفايات من مصدرهـا يعد مطلبًا ضروريًّـا لا يتأتى إلا بتعـاون أفراد المجتمع قاطني الـدور السكنية مع وجود تشريعات حكومية تضمن تحقيـق ذلك. ولعله من الملاحظ أن مستوى رفاهية المجتمع يؤدي إلى زيادة مطردة وغير مرشدة في استهلاك المنتجات

بمختلف أنواعها وهذا بدوره يزيد من كمية النفايات المنتجة يوميًّا. وأخيرًا يجب التنويه إلى أن وعي المجتمع وحده بأهمية إعادة التدوير للنفايات لا يعد كافيًا إذ لابد من وجود محفزات تدفع أفراد المجتمع إلى المشاركة الفاعلة في عملية إعادة تدوير النفايات المنزلية. فمثلًا وكما هو معمول به في الدول المتقدمة تقوم مراكز إعادة التدوير بدفع قيمة رمزية مقابل ما يتم جلبه للمركز من مواد قابلة لإعادة التدوير: كعلب المشروبات والطعام ومخلفات الورق والزجاج وغيرها.

• الفرز المنزلي للنفايات ونقط التجميع أمام المنازل وداخل الأحياء السكنية

إن الإدارة الفاعلة للنفايات تتطلب أن يتم فرز وتصنيف النفايات من مصدر تكوينها مثل المنازل وغيرها. ولعل من يسافر إلى بعض البلدان المتطورة صناعيًّا كالأوروبية مثلًا يلحظ وجود حاويات مختلفة الشكل واللون عند المنازل يتم فيها وضع النفايات بحسب نوعها (شكل ٣-١). هذا التصرف بلا ريب هو حضاري بامتياز، لأنه يعزز مفهوم التنمية المستدامة التي تهدف إليه التنمية الحقيقة بكافة أشكالها الصحية والبيئية والاقتصادية.



الشكل رقم (٣-١) فرز النفايات المنزلية حسب نوعها أمام المنازل وداخل المجمعات السكنية.

إن المفترض أن يتم تقليل إنتاج النفايات كلما أمكن بممارسات متعددة، مثل إعادة استخدام المنتجات كالأكياس البلاستيكية وغيرها. لكن في نهاية الأمر لابد من تكون نفايات داخل المنزل، وعندها يجب أن تدار تلك النفايات بطرق سليمة تضمن الحفاظ على الصحة العامة والبيئة والموارد الاقتصادية. تتلخص هذه الطرق بإعادة تدوير المواد القابلة لذلك: كالورق والزجاج والألمنيوم والبلاستيك وتصنيع الأسمدة الطبيعية من النفايات العضوية: كمتبقيات الأطعمة ومخلفات الحديقة المنزلية، وأخيرًا دفن المتبقي من النفايات في المدافن البلدية أو حرقها في محارق مهيأة لإنتاج الطاقة. يبين الشكل ٣-٢ مخططًا مثاليًّا لعملية إدارة النفايات

عدم الترشيد في استهلاك الأشياء يزيد من كمية النفايات

ترشيد وإعادة استخدام الأشياء يقلل من تكوين النفايات

التجميع والفرز عند المنازل وداخل المجمعات السكنية والتجارية وفي مراكز تجميع المواد القابلة لإعادة التدوير

حرق لإنتاج الطاقة أو لتقليل النفايات

أسمدة من المواد العضوية كبقايا الأطعمة

منتجات لإعادة التدوير: ورق- زجاج- معدن- بلاستيك

متبقيات

١

مدفن النفايات البلدية

الشكل رقم (٣-٢) مخطط إدارة النفايات المنزلية.

المنزلية. لكن وقبل الحديث عن طرق التخلص من النفايات المنزلية يجب التأكيد على أهمية الفرز المنزلي للنفايات حيث إن تعاون أفراد المجتمع في ذلك يعد مطلبًا مهمًّا جدًّا للتسهيل على الجهات العاملة في إدارة ومعالجة النفايات المنزلية. إن فصل النفايات من المصدر وتصنيفها بحسب نوعها يقلل تكلفة معالجتها، ويجعل ذلك مجديًا من الناحية الاقتصادية. إن إدارة النفايات المنزلية كما هو موضح في الشكل ٣-٢ قد تسلك عدة مسارات بحسب البلد. ففي

البلدان التي تسن تشريعات حكومية لمعالجة وإعادة تدوير النفايات كالأوروبية، فإنه يتم فرز وتجميع النفايات عند المصدر أو ما يسمى بإعادة التدوير الرصيفي (Curbside) أو في مراكز إعادة التدوير (Drop-off Centers)، كما هو موضح في الشكل ٣-٣، ويستفاد من النفايات العضوية لعمل مخصبات التربة والسماد. أما في حال البلدان التي لا يوجد بها تشريعات وقوانين صارمة لإعادة تدوير النفايات، فإن مسار إدارة تلك النفايات يسلك الاتجاه الموضح بالسهم رقم ١ كما هو مبين في الشكل ٣-٢، حيث يتم تجميع النفايات في شاحنة بدون فصل، وتؤخذ إلى مدفن النفايات البلدية، وربما يتم فصل بعض النفايات عند المدفن.



الشكل رقم (٣-٣) طرق جمع النفايات المنزلية وتصنيفها.
(أ) مراكز إعادة التدوير، (ب) التدوير الرصيفي.

طرق التخلص من النفايات ومعالجتها

يمكن التخلص من النفايات المنزلية بطرق متعددة، تعتمد على مدى توفر أنظمة وتشريعات تضبط سلامة الطريقة المتبعة لمعالجة النفايات، وضمان عدم التسبب في أي ضرر قد يلحق بالصحة والبيئة. فبينما يمكن أخذ النفايات المنزلية مباشرة إلى المدفن أو حرقها في أماكن مفتوحة وغير مخصصة لدفن النفايات، وذلك في البلدان التي لا يوجد فيها تشريعات ملزمة لمعالجة النفايات المنزلية، نجد أنه في المقابل تخضع تلك النفايات لخطط مدروسة تضمن المعالجة السليمة لها، بحيث يتم الاستفادة منها عبر تحويلها إلى منتجات مفيدة كالأسمدة وإعادة تدوير ما يمكن تدويره كالورق والزجاج. إن مرحلتي جمع ونقل النفايات بشكل عام تشكلان أهم المراحل في عملية المعالجة والإدارة السليمة لتلك النفايات، حيث تقدر تكلفة هاتين المرحلتين بحوالي ٨٠ ٪ من مجموع التكلفة الكلية. لهذا فإن تصميم وأمثلية هاتين المرحلتين ربما يسهم بشكل كبير في الحد من تكلفة إدارة ومعالجة النفايات المنزلية. فعلى سبيل المثال يمكن اختيار أقصر الطرق لتسلكها شاحنات جمع النفايات، وكذلك التفكير في حلول بديلة للنقل أكثر كفاءة وأوفر اقتصاديًّا، وطرق مبتكرة لتوزيع حاويات فرز النفايات بحسب نوعها، وغير ذلك. بعد الجمع والنقل وفي حالة أن النفايات لا يتم فرزها وتصنيفها من

المصـــدر، أي بواسطـــة الحاويات المخصصة لكل نـــوع من النفايات أمـــام المنازل أو في المجمعات السكنيـــة، فإن الجهات العاملة في فرز النفايات تقوم بعمل ذلك من خلال أماكن مخصصة لذلك على هيئة مستودعات، بها بعض التجهيزات للمساعدة في الفرز والتهيئة. عند تفريـــغ حمولة النفايات المنزلية المختلطة على الأرض يتم فرز المواد كبيرة الحجم، التي يسهل فصلها كالكراتين الورقية. بعد ذلك تقوم عربة رافعة أو جرافة بنقل النفايات وتغذيتها عبر قادوس كبير تمر من خلالـــه النفايات بسلسلة مـــن السيور المتحركة المـــزودة بغربال لفصـــل النفايـــات بحسب الحجم، حيـــث تسقط النفايـــات صغيرة الحجـــم من فتحات الغربال وتبقى النفايـــات الأخرى الكبيرة، التي غالبًا ما تكون قابلة لإعادة التدوير كالبلاستيك وغيره. يمكن فصل المـــواد التي تبقى على السيـــور المتحركة: إما يدويًّـــا بواسطة العمال وهذا مكلف أو آليًّا باستخدام تقنيات مختلفة. الفرز اليدوي هو أكثر دقـــة لكنه غير مجـــدي اقتصاديًّا. أما الفـــرز الآلي فيتم باستخدام السيـــور المغناطيسيـــة، لفصـــل المـــواد ذات النشـــاط المغناطيســـي كالحديد والفـــولاذ، وكذلك يمكـــن استخدام تقنية التيـــار العكسي (Eddy current)، وذلـــك لفصل منتجات الالمنيوم كعلب المشروبات الغازية. كمـــا يمكن فصل بعض مكونات النفايات بحسب أوزانها أو خواصهـــا الضوئية، وهو المتبع عند فصـــل المواد البلاستيكية بتقنية الأشعة فوق البنفسجية.

وفيمـا يلـي أهم الطـرق المتبعـة لمعالجـة النفايـات المنزلية والتخلص منها.

أ. الدفن والحرق المفتوح (العشوائي)

في ظـل غيـاب التشريعات الملزمـة لمعالجة النفايـات المنزلية يمكـن أن يتم دفنها في مدافن النفايات البلدية، بدون أن يتم فصل مكوناتها واسترجاع ما يمكن الاستفادة منه، ومعالجة المواد الخطرة: كمتبقيات الأدوية والمبيـدات والكيماويات المنزلية بوجه عام. وهذا بـلا ريب علاوة على أن فيه مخالفـة لأسس التنمية المستدامة، التي تهـدف إلى حفظ الموارد والبيئة قدر الاستطاعة، حيث يمكن للمواد الخطـرة في النفايـات المنزلية أن تتسلل إلى جـوف الأرض، وتلحق الضرر بالماء والتربة، فإن فيه هدرًا اقتصاديًّا لا مبرر له. إن مدفن النفايـات البلدية لابد أن يتم تصميمه بشـكل محكم بحيث يضمن التقليل قدر المستطاع من احتمالية تلويث البيئة سواء التربة أو الماء أو الهـواء بمكونـات أو نواتج تحلل النفايات. يحـدث تحلل النفايات عند تعرضـ مكوناتها العضويـة للهواء، وهذه العمليـة يطلق عليها مسمى التحلل الهوائي أو الأكسوجيني (Aerobic)، كما يحدث أيضًا تحلل للنفايات عند دفنها بـدون توفر الهواء (Anaerobic)، بحيث تنتج عصارة أو مواد مرتشحة (Leachate)، وهي عبارة عن سوائل عضويـة مركزة يمكن أن تتسبب بتلوث المياه الجوفية إذا تغلغلت في

جـوف الأرض. كذلك ينتج عن عمليـة التحلل الغير هوائي للنفايات العضوية غـازات ضارة بالبيئـة كغازات الاحتباس الحراري، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4).

مـن المألـوف أن يرى المرء منـا في بعض المناطـق النائية وفي المتنزهـات البريـة وغيرهـا أكوامًا مـن النفايـات، تتصاعد منها الأدخنـة نتيجـة لحرق تلك النفايـات (شكل ٣-٤)، بـل إن البعض وخاصـة مـن الشباب عنـد قيامهم برحلـة برية يقومـون بحرق ما يجتمـع لديهـم من نفايـات ظنًّا منهـم أن هذه هـي الطريقة المثلى للتخلص من النفايات بدلاً عن رميهـا في الصحراء (شكل ٣-٥). إن الأخطـار المترتبـة نتيجة الحرق المفتـوح أو العشوائـي للنفايات في أماكـن غـير مهيأة كثيرة، ومنهـا أن غازات خطـرة مثل غازات الدايوكسـين(*) وغيرهـا يمكـن أن تتحرر ممـا يسبب تلوثًـا للهواء الجـوي، وكذلك فإن مـا يتخلف نتيجة الحرق مـن رماد قد يحتوي علـى مواد سامة ضارة بالبيئة وخاصة للتربة والنبات والماء. ناهيك عـن أن النفايات المنزلية ربما تحتوي علـى نفايات طبية تحتاج إلى محارق خاصة لمعالجتها.

(*) الدايوكسـين هـو عبـارة عن مجموعـة مـن المركبـات الهيدروكربونية العطريـة الهالوجينيـة (PHAHs). ومـن أشهـر هـذه المركبـات CDDs وCDFs و PCBs.





الشكل رقم (٣-٤) الحرق المفتوح (العشوائي) للنفايات البلدية[٢٤-٢٥].



الشكل رقم (٣-٥) حرق النفايات في الصحراء (البر)[٢٦].

ب. استرجاع وإعادة تدوير النفايات

يمكـن أن يتم الاستفادة من معظم مكونات النفايات المنزلية، وذلـك عن طريـق تحويـل النفايات العضويـة: كمتبقيـات الأغذية ومخلفـات الحدائق المنزليـة إلى مواد مفيـدة كالأسمدة الطبيعية. كذلـك يمكـن إعـادة تدويـر نفايـات البلاستيـك والـورق والمعدن والزجـاج. وأخيرًا، يمكن إنتاج الغاز حيوي (ميثان) عن طريق بناء مفاعـلات التخمير داخل مدفـن النفايات البلديـة، وإنتاج الطاقة عـن طريق حرق المتبقي مـن النفايات أو جمع النفايات قبل الفصل والمعالجـة وذلـك من خـلال محـارق مخصصة لذلـك. وفيما يلي نستعرض أهم تلك الطرق.

• إنتاج مخصبات التربة والأسمدة من النفايات العضوية

«كومبوست Composting» هي عملية تحويل النفايات العضوية كبقايا الطعـام والنبات، عن طريق تحللها بفعـل الكائنات الدقيقة إلـى مركبات عضوية صغـيرة. يمكن استخدام نـواتج هذه العملية كمخصبـات للتربة وبدائل للسمـاد الكيماوي المستخـدم في زراعة الحديقـة المنزليـة. إن هذه الطريقـة، «كومبوست»، مـن شأنها أن تحقق فوائد عديدة، منهـا التقليل من كمية النفايات المنزلية، التي يتـم دفنها الذي بدوره يقلل من انبعاث غازات الاحتباس الحراري، ومن أهمها غاز الميثان، وكذلك توفير مواد طبيعية كبديل للأسمدة الكيماويـة لتخصيـب التربـة الزراعيـة في المنزل. يمكـن تحضير الكومبوسـت منزليًّـا في الفناء الـى جوار الحديقـة المنزلية، وذلك باستخـدام حاوية خشبية أو غيرها (الشـكل ٣-٦) حيث يوضع في تلك الحـاوية مخلفات الحديقة من أوراق النبات المتساقطة وغيرها، وكذلك بقايا الطعـام كقشور الفاكهة والخضراوات وغيرها. توضع تلـك الحاوية في مكان مظلـل وجاف، ويتم تقليـب محتوى الحاوية بـين وقت وآخر، لتهوية المحتوى مـن أجل أن تقوم الكائنات الدقيقة بتفكيـك تلك المواد، وكذلك لتقليل زمن التحضير الذي قد يستغرق مـن ستة أشهر حتى أكثر من السنـة. إن النفايات المستخدمة لعمل

الكومبوست تصنف بالنفايات الخضراء والبنية اللون. النفايات البنية تعد مصدرًا لعنصر الكربون، وتتألف من مواد عدة منها مخلفات ورق الكتابة والكرتون وأوراق النباتات والأغصان الجافة ونشارة الخشب وغيرها، أما النفايات الخضراء فإنها تعد مصدرًا للنيتروجين، وتتكون من مواد عدة منها أجزاء النبات الخضراء مثل العشب والأوراق بعد عملية التقليم والجز، وكذلك بقايا الطعام كمتبقيات الخبز وقشور الفاكهة والبيض ومخلفات القهوة والشاي، كما يمكن إضافة ما يتبقى من اللحوم والعظام، لكن هذه المواد تبطئ من عملية الكومبوست. أما المواد غير العضوية أو غير القابلة للتحلل الحيوي كالزجاج والبلاستيك والقصدير، فإنه يتجنب إضافتها لحاوية عمل الكومبوست. يفضل أن تكون نسبة النفايات البنية إلى الخضراء ثلاثة إلى واحد (٣:١) وتوضع على شكل طبقات بحيث تكون الطبقة العلوية عبارة عن نفايات خضراء مكونة من العشب والأوراق الخضراء. عند إضافة نفايات للحاوية يتم تحريك المحتوى وعزقه لغرض التهوية إلا في حالة أن الحاوية مجهزة بذراع تحريك وغربلة خارجي أو فتحات للتهوية كما هو موضح في الشكل ٣-٧ وعندما تكتمل عملية الكومبوست يتحول اللون إلى البني الداكن وعندها يكون جاهز للخلط مع تربة حديقة المنزل.



الشكل رقم (٣-٦) عمل الكومبوست في حاوية خشبية.



الشكل رقم (٣-٧) حاوية كومبوست بلاستيكية بفتحات تهوية وذراع للتحريك.

يمكن أيضًا عمل الكومبوست باستخدام ديدان الأرض الحمراء، وتسمى هذه الطريقة «Virmicomposting»، حيث تقوم تلك الديدان (شكل ٣-٨) بالتغذي على النفايات العضوية بما يعادل وزنها بشكل يومي، وتقوم بتحويلها على شكل فضلات كمواد مفيدة جدًّا لتغذية النبات.





الشكل رقم (٣-٨) عمل الكومبوست باستخدام ديدان الأرض الحمراء.

قد تظهر بعض العوائق والأخطاء عند إجراء عملية الكمبوست، ومنها الرائحة الكريهة الشبيهة برائحة البيض الفاسد، وهذا يرجع إلى قلة التهوية أو زيادة الرطوبة التي يجب أن تتراوح من ٤٠-٦٠ ٪ [٢٣]، وعندها يمكن إضافة مواد ماصة للرطوبة: كنشارة الخشب وأوراق الأشجار الجافة مع التقليب لتهوية الخليط. كذلك يمكن أن تصدر رائحة النشادر من الحاوية، وهذا يرجع إلى زيادة في كمية النفايات الخضراء، التي تزيد من كمية النيتروجين، وهنا يجب إضافة نفايات بنية غنية بالكربون: كنشارة الخشب. وكملخص لما سبق فإنه ينبغي موازنة عدة عوامل لتحضير كومبوست جيد. تلك العوامل هي الحجم المناسب للحاوية ومقاس الخليط، فكلما قل حجم مكونات الخليط ومقاسه، وكان على هيئة شرائح صغيرة أو مسحوق كلما كان أفضل لعملية الكمبوست. كذلك

مـن العوامل المهمـة مستوى الرطوبـة ودرجة التهوية فيهـا، ونسبة الخلط الجيدة للنفايات البنية إلى الخضراء وأخيرًا درجة الحرارة المناسبـة بين ٣٠-٦٠°م حيـث إن الجو البـارد لا يساعد على تحلل النفايات العضوية إلى كومبوست.

• إعادة التدوير

إعـادة التدويـر تعني أن يتـم استرجاع بعض أنـواع النفايات كالـورق والزجـاج والمعـادن والبلاستيـك وتهيئتهـا عـبر عمليـات صناعيـة، ليتـم إعـادة استعمالهـا كمواد خـام لتصنيـع منتجات جديدة. وعلى الرغم من أن العمليات الصناعية التي تمر بها عملية إعـادة تدوير النفايـات من فصل وتنقية وصهـر وغيرها، قد يؤدي إلى بعض الضرر بالبيئة علاوة على التكلفـة الاقتصادية المتوقعة، إلا أن فيـه -أي إعـادة التدويـر- منافـع جمة، منها حفـظ الموارد الطبيعيـة والطاقـة من نفط وغـاز ومعادن، وتقليل كميـة النفايات البلديـة التـي يتـم دفنها ومـا له مـن تبعات بيئيـة: كتلـوث الهواء بالغازات، وتلوث المياه الجوفية وغيرها. إن خيار التدوير يعتمد على إستراتيجيـات الدول، ففي البلدان التي تفتقر إلى مصادر رخيصة للطاقـة كالبترول ربما يكون في حـرق النفايات ككتلة واحدة، لإنتاج الطاقـة خيارًا إستراتيجيًّا، لأن فصل المـواد القابلة لإعادة التدوير كالبلاستيـك ربمـا يقلل من القيمـة الحرارية التـي تنتج عن حرق النفايات، وهذا بدوره يقلل من الطاقة المنتجة. وفيما يلي نستعرض أهم المواد القابلة لإعادة التدوير.

• الورق ومنتجاته

يشكل الورق ومنتجاته المختلفة كورق الطباعة والصحف والمجلات و«المناديل» و«الكرتون» وغيرها نسبة كبيرة من مجمل النفايات المنزلية. يمكن الاستفادة من مخلفات الورق كالصحف والمجلات كمواد عازلة، وكذلك من ضمن مكونات عمل الكمبوست كما أشرنا إلى ذلك مسبقًا. لكن مع الزيادة المطردة في إنتاج الورق بمختلف أشكاله فإن خيار إعادة التدوير للأغراض نفسها مثل طباعة الصحف والمجلات يبقى إستراتيجيًّا لحفظ الموارد الطبيعية المتمثلة أساسًا في مصدر الورق وهو الأشجار. إن المشكلة تكمن في أنه عند إلقاء الورق مع النفايات المنزلية بمختلف أشكالها، وخاصة النفايات الرطبة: كبقايا الطعام فإن هذا يؤثر سلبًا على إمكانية اعادة تدويره، فالورق خلافًا للمواد الأخرى القابلة لإعادة التدوير كالبلاستيك والزجاج والمعادن يمتص الرطوبة بدرجة عالية، ولهذا يجب أن تلقى مخلفات الورق في حاويات مخصصة بحيث لا تختلط مع النفايات المنزلية الأخرى. تمر عملية إعادة تدوير الورق بعدة مراحل تبدأ بالفرز، ثم التجميع والنقل. بعد نقل الورق إلى المصنع المخصص لإعادة التدوير يوضع في مخازن خاصة داخل المصنع، ليشكل المواد الخام اللازمة، لتصنيع الورق بمختلف أنواعه (شكل ٣-٩). تبدأ مرحلة إعادة تصنيع الورق بشكل فعلي من خلال إعداد عجينة الورق (The pulp) وتهيئتها وذلك بتنقيتها، بطريقة الغربلة، من الشوائب التي قد تؤثر على جودة الورق، مثل بقايا المواد البلاستيكية والغراء وغيرها من الشوائب. بعد ذلك

يتم تنظيـف عجينة الورق بطريقة الإعصار الحلزوني «السايكلون»، وذلك للتخلص من المواد العالقة كمشابك «دبابيس» الورق والشوائب الخفيفـة الأخرى. بعد عملية التنظيـف تخضع العجينة لمرحلة إزالة الأحبار والمـواد اللاصقة بطريقـة التعـويم (Flotation). بعد ذلك وقبـل تصنيـع الورق بشـكل نهائـي تمر العجينـة بمرحلـة التكرير والتبييض. يلخص الجدول ٣-١ مراحل إعادة تصنيع الورق، كما يبين الشـكل ٣-١٠ مخططًـا لعملية إعـادة تدوير الورق. ولعـل سائل أن يسـأل عـن مصـير الشوائـب التي ربما تنتـج من خـلال المعالجات المختلفـة للورق المعاد تدويـره كالأحبار. قد تنتج عـن عملية التعويم مواد عديدة مثل الأحبار والمواد اللاصقة وألياف الورق غير الجيدة، ومثل هذه المواد يمكن الاستفادة منها عن طريق حرقها لإنتاج طاقة أو استخدامهـا في عمليـة إعـداد الكومبوست أو السمـاد العضوي، وربما يمكن إعادة تدوير الحبر إذا كان في ذلك جدوى اقتصادية.





الشكل رقم (٣-٩) حزمات من الورق والكرتون المستخدم المعد لإعادة التدوير.

الجدول ٣-١ مراحل إعادة تدوير الورق.

العملية	وصف وملاحظات
الفرز والتجميع والنقل	• يجب فصل الورق عن النفايات المنزلية الأخرى: كبقايا الطعام والبلاستيك وعلب الالمنيوم. • يمكن أخذ الورق إلى مراكز إعادة التدوير إن وجدت أو وضعه أمام المنزل، ليتم أخذه من قبل العاملين في صناعة إعادة تدوير الورق. • يتم تجميع الورق وكبسه على هيئة حزم كبيرة ليسهل خزنه.
تهيئة عجينة الورق وتنقيتها بالغربلة	• ينقل الورق بواسطة سيور إلى خزان يحتوي على الماء، بحيث يتم تقطيعه إلى أجزاء صغيرة على شكل ألياف سليولوزية بفعل الحرارة وبعض الكيماويات المضافة، وهذا يؤدي إلى تكون عجينة الورق. • يتم ضغط العجينة من خلال غربال بحيث يتم إزالة بعض الشوائب كقطع البلاستيك والغراء.
التنظيف	• هنا يتم فصل الشوائب التي لم يتم إزالتها في مرحلة الغربلة مثل مشابك الورق.
إزالة الحبر	• تمر عملية إزالة الحبر والمواد اللاصقة بمرحلتين، حيث في المرحلة الأولى يتم إضافة الماء لعجينة الورق لإزالة جسيمات الحبر الصغيرة، أما الجسيمات الكبيرة من الحبر فيتم إزالتها بضخ هواء من خلال العجينة المغمورة بالماء وهذه الطريقة تسمى التعويم. • في أثناء مرحلة التعويم يتم إضافة مواد كيميائية شبيهة «بالصابون» تسمى «سرفاكتانت»، وذلك بغرض فك ارتباط الجسيمات الكبيرة من الحبر والمواد اللاصقة عن عجينة الورق، وجعلها تلتصق بفقاعات الهواء، ومن ثم فصلها عن طريق كشط الرغوة المتكونة على سطح الحاوية المخصصة لإجراء عملية التعويم.

التكرير والتبييض	• يتم ضرب خليط عجينة الورق وتقليبه لفصل ألياف السليولوز المنتفخة عن بعضها، وهي تعد الخامة الرئيسة لتصنيع الورق. • يتم إزالة أي مصبغات من الألياف بواسطة إضافة كيماويات خاصة بذلك. • يتم إضافة بعض الكيماويات المبيضة مثل فوق أكسيد الهيدروجين أو ثاني أكسيد الكلورين إذا كان الهدف تصنيع ورق أبيض وفي حالة إنتاج الورق البني، فإنه لا يتم استخدام أي مواد مبيضة.
عمل لفات (رولات) الورق المعاد تدويره	• يمكن استخدام عجينة الورق المهيئة بعد مرحلة التكرير لتصنيع ورق جديد، كما يمكن كذلك خلط العجينة مع ألياف جديدة لم يسبق استخدامها لجعل الورق المنتج أكثر صلابة ونعومة. • يتم خلط العجينة مع الماء والكيماويات ثم يتم ضخها بالرش على سير متحرك ذي ثقوب لتجفيف الورق من الماء. • عندما تتحرك عجينة الورق المرشوشة على السير المتحرك ينزل الماء عبر ثقوب السير مما يؤدي بألياف العجينة أن تتجمع وتلتصق ببعضها. • بعد ذلك يتم تمرير ألياف الورق الملتصقة على أنابيب درفلة تقوم بعصر ما تبقى من محتوى مائي داخل ألياف الورق ثم تمر أيضًا على مجموعة أخرى من أنابيب الدرفلة المعدنية الساخنة، وذلك لتجفيف الورق بشكل تام. • خلال مرحلة التجفيف بأنابيب الدرفلة الساخنة يمكن إضافة محسنات الورق أو الطلاء لجعل الورق أكثر لمعانًا ونعومة لبعض التطبيقات المهمة في الطباعة. • أخيرًا يتم تجميع الورق على هيئة لفات (رولات) ضخمة قد يصل وزن اللفة الواحدة حوالي ٢٠ طن وعرضها ما يقارب ٤ أمتار.



الشكل رقم (٣-١٠) مراحل إعادة تدوير الورق.

• المعادن

يمكـن القول بشكل عـام: إن المنتجات المصنوعـة من المعادن التقليدية كالحديد والنحاسـ وغيرها يمكن إعادة تدويرها، وذلك بالصهـر وإعـادة التشكيـل على هيئـة منتجات مختلفـة. تعد علب المشروبات الغازية (شكل ٣-١١) المصنوعة من معدن الألمنيوم أهم النفايـات المنزلية المعدنية. كذلك يمكـن أن تنتج من المنزل نفايات معدنيـة أخـرى كمعلبـات الأطعمة المختلفـة (شـكل ٣-١٢) ومواد

التغليـف المصنوعة مـن معدن القصدير، هذا بالإضافـة إلى النفايات الإلكترونيـة المنزليـة، التي يستغنـى عنها كأجهزة الحاسـب والألعاب الإلكترونية وغيرها، التي ربما تحتوي على معادن ثمينة كالذهب. وتمثل نفايـات علب المشروبـات الغازية المصنوعة مـن الألمنيوم الجزء الأكبر مـن النفايات المعدنية المنزلية، وذلك بحكم الاستهلاك اليومي. ونظرًا لارتفاع سعر خام الألمنيوم فإن استرجاعه من تلك النفايات يعد مطلبًا إستراتيجيًّـا. أيضًـا وكما هو الحال مع إعادة تدويـر الورق، فإن إعادة تصنيع المعـادن بشكل عام وتصنيع علب الألمنيـوم الجديدة عن طريق إعادة تدويـر العلب الفارغة يؤدي إلى حفظ المـوارد الطبيعية والطاقة التي يتطلبها تصنيع صفائح ألمنيوم من خاماته الطبيعية. يوجد العديد من الطرق التي يمكن بواسطتهـا جمع علب الألمنيوم المستخدمة؛ حيث يمكن فرض رسم استرجاع أو تأمين يتم اسـترداده عند تسليم العلب فارغـة بعد الاستخدام في الأماكن المخصصـة لذلك. ويعاب على هذه الطريقة أن تكلفتها ربما تفوق تكلفة إعادة التدوير لتلك العلب.



الشكل رقم (٣-١١) علب معدنية لتعبئة المشروبات الغازية.



الشكل رقم (٣-١٢) علب معدنية لتعبئة مختلف الأطعمة.

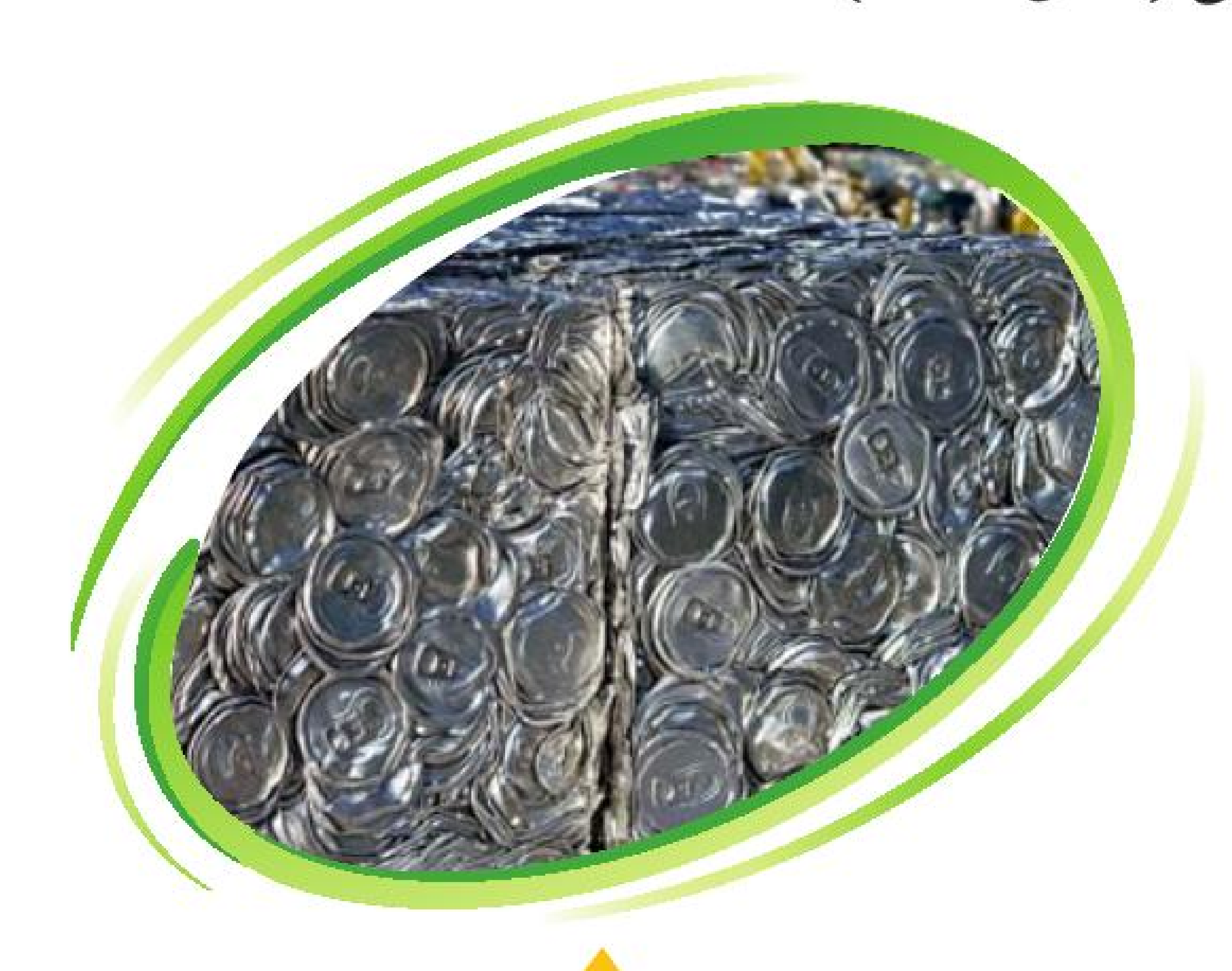
الطريقـة الأخـرى تكون بشـراء العلب المسترجعـة من خلال مراكز إعادة التدوير التي تقوم بجمع وفرز النفايات المنزلية القابلة لإعـادة التدويـر. وفي هذه الحالات يكون الدفـع مقابل وزن أو كمية العلـب الفارغة. كما يمكن أيضًا إعادة العلب الفارغة من خلال آلة مخصصة لذلك، تسمى (RVM) كما في الشكل ٣-١٣ حيث يحصل المرء عنـد إدخال العلبة في الآلة على تعويض رمزي مادي أو عيني مثـل بطاقة شحن للهاتف المتحرك. وهذه الآلة ليست خاصة بالعلب المعدنيـة بحسب، بـل إنها تستقبل المواد الأخـرى كالعلب الزجاجية والبلاستيكية.



الشكل رقم (٣-١٣) آلة إعادة التدوير RVM[٢٧].

أمـا طريقة إعادة تصنيع معـدن الألمنيوم من العلب الفارغة فإنها تتلخص فيما يلي:

كبس العلب الفارغة وربطها على هيئة حزم كبيرة قابلة للتخزين (شكل ٣-١٤).



الشكل رقم (٣-١٤) علب الألمنيوم بعد كبسها وتجميعها على هيئة حزم كبيرة.

- التأكـد مـن محتـوى الرطوبـة لتلك المـواد، ثـم جرشها وتقطيعهـا على هيئة شرائـح صغيرة، ليسهـل معالجتها داخل الأفران المهيأة لذلك.

- يتـم إدخـال تلـك المـواد إلى فـرن ليتـم إزالـة الأصباغ والرطوبة.

- بعد خـروج المواد من فرن إزالة الأصباغ تمر عبر غربال، ليتم فصل الشوائب والأوساخ.

- بعد ذلك يتم إدخال المواد إلى فرن الصهر بحيث تنصهر فيه شرائـح علب الألمنيوم عند درجة حـرارة تبلغ حوالي ٦٥٠°م. ويتم إضافة خليط من الملح والمواد الأخرى لإزالة الأكاسيد إن وجدت.

- في هـذه الأثنـاء يتم فحص الألمنيوم المصهـور للتأكد من جودته كيميائيًّا.

- يصب الألمنيوم المصهور في قوالب وينتج على هيئة سبائك متوازيـة المستطيـلات، تتراوح أوزانها مـن ١٠ كجم الى ٢٠ طن.

- تترك هذه السبائك تبرد لتتصلب، ثم يتم تنعيم السطوح العلويـة والسفليـة لتلـك السبائـك وتسمى هـذه العملية بالسلخ (Scalping).

- يتـم ضغط السبائك بـين إسطوانتين ضخمتـين، وهو ما يطلق عليه عملية «الدرفلة»، حتى يتم إنتاج لفات أو رقائق ألمنيـوم بسمك يبلغ حـوالي ١,٢٥ سم، أما الطول فيمكن أن يتراوح مـن ٣٠٠-٣٠٠٠ م (شكل ٣-١٥). ويقدر عدد العلب اللازمة لعمل تلك اللفة الضخمة من الألمنيوم بأكثر من مليون علبة مشروبات غازية مسترجعة.
- يتـم استخدام هذه اللفائف الضخمة مـن الألمنيوم المعاد تدويره لتصنيع علب جديدة.



الشكل رقم (٣-١٥) لفات الألمنيوم بعد عملية الدرفلة.

• الزجاج

تستخـدم منتجـات الزجـاج في المنـزل لأغراض مختلفة مثل الأثـاث والأجهـزة الإلكترونية وغيرهـا. وعلى الرغم مـن أن معظم المنتجـات الغذائية في عصرنا الحـالي أصبحت تعبأ في علب وقوارير بلاستيكية، إلا أنه لا زال الزجاج يستخدم في مجال تعبئة الغذاء مثل المشروبات الغازية وزيوت الأكل كزيت الزيتون وغيرها. يمكن أن يعاد تصنيع المنتجات الزجاجية المستغنى عنها على هيئة قوارير وحاويات جديدة، كما يمكن أن يستفاد من مخلفات الزجاج بعد جرشها كمواد عازلـة على هيئة أليـاف زجاجية أو يتم استخدامـه لأغراض رصف الطـرق كمادة مالئة للإسفلت. وكما هو الحال بالنسبة لإعادة تدوير المواد الأخـرى غير الزجاج كالورق والألمنيوم، فـإن تصنيع المنتجات الزجاجيـة من الزجاج المسترجع يـؤدي إلى حفظ المـوارد الطبيعية والطاقـة، ويحد مـن انبعاث الغـازات الضارة بالبيئة كثـاني أكسيد الكربـون، الذي ينتج من جراء تصنيع الزجاج من خاماته الطبيعية. أما طريقة إعادة تدوير الزجاج فإنها تتلخص فيما يلي:

- بعـد عملية التجميـع والنقل يتـم إزالـة الشوائب وفصل الزجاج بناءً على اللون، حيث يفصل الشفاف عن الألوان الأخرى مثل البنـي والأخضر (الشكل ٣-١٦). أيضًا فإن بعض أنـواع الزجاج الخاصـة والمعالجة مثـل البايركس يجب فصلها عن منتجات الزجاج التقليدية لعدم التوافق بينهمـا، مما يتسبـب في مشـكلات فنية في أثنـاء تنفيذ عملية الصهر في الأفران المخصصة لذلك.



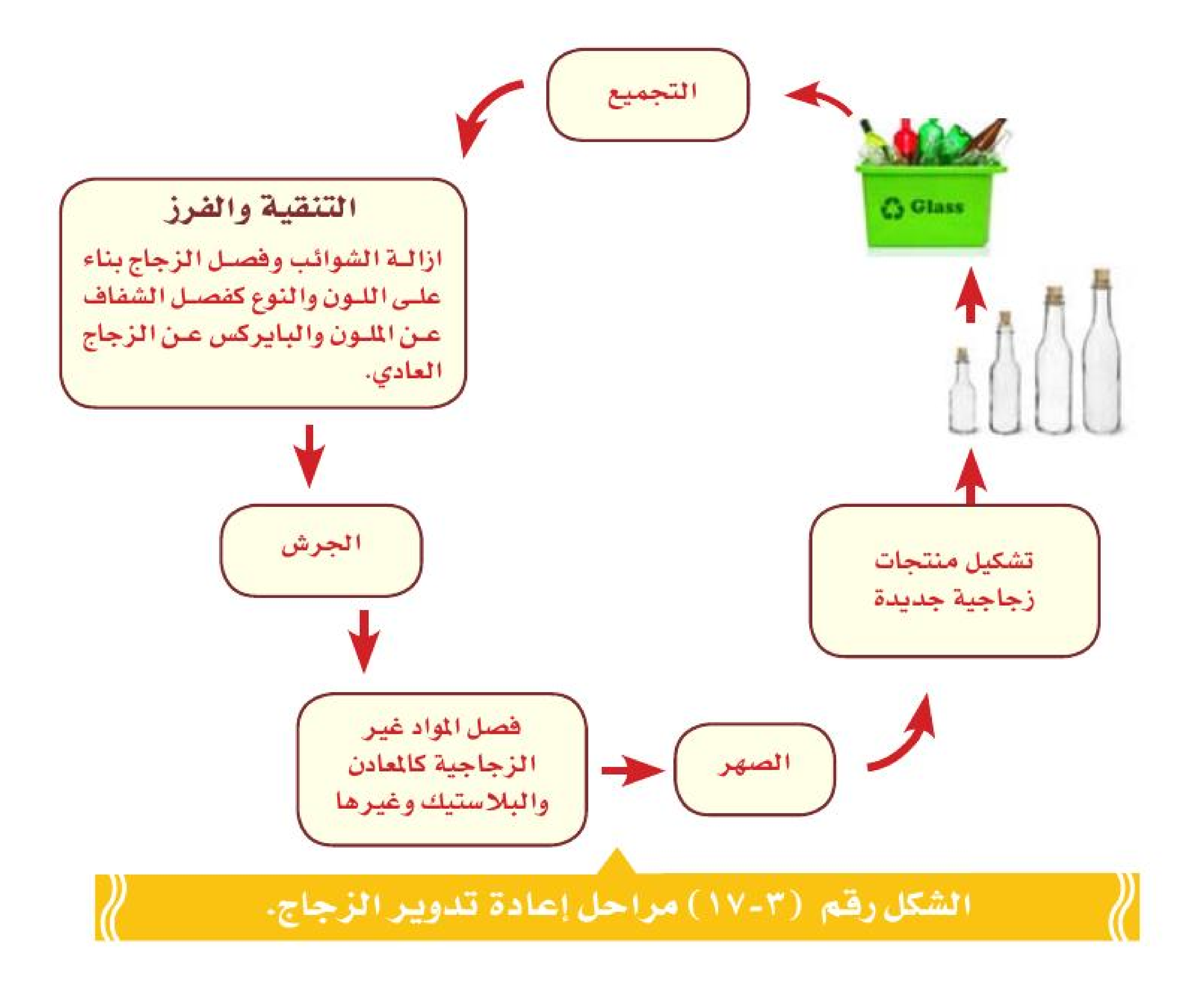
الشكل رقم (٣-١٦) منتجات زجاجية بألوان مختلفة.

يتم جرش الزجاج لتصغير حجمه ليسهل التعامل معه ومعالجته، ثم تزال الشوائب بعد الجرش مثل الأغطية والملصقات. كذلك يمكن استخدام المغناطيس لفصل أي شوائب حديدية.

يتم إدخال الزجاج المجروش إلى فرن الصهر عند درجة حرارة تبلغ حوالي ١٠٠٠°م.

بعد انصهار الزجاج يتم إعادة تصنيعه، وذلك بقولبته على هيئة منتجات مختلفة كالقوارير.

ويوضح الشكل ٣-١٧ مخططًا لعملية إعادة تدوير الزجاج.



الشكل رقم (٣-١٧) مراحل إعادة تدوير الزجاج.

• البلاستيك

خلال العقدين الماضيين، أدى التطور المذهل في عمليات تصنيع مواد الخام للمنتجات البلاستيكية والمعدات التي تستخدم لتشكيلها إلى اكتساح ملحوظ لتلك المواد في مختلف التطبيقات، وذلك بدءًا من مواد التعبئة والتغليف للمواد الغذائية، ومرورًا بمعظم التطبيقات المهمة كمواد البناء والتشييد والنقل والأثاث والمواد الإلكترونية والدهانات وغيرها. وأصبحنا نرى أن المواد البلاستيكية أضحت البديل الفاعل للمواد التقليدية: كالخشب والمعدن وغيرها. ويرجع ذلك إلى عدة أسباب منها: تعدد

أنـــواع المــواد البلاستيكية وتوفر المـادة الخام، لتصنيـع تلك المواد ورخصها، لـدى الدول المنتجة للبـترول ومشتقاته. هـذا بالإضافة إلـى تميز تلـك المواد بخصائـص منافسـة للمـواد التقليدية، مثل جـودة الخصائص الميكانيكية والكيميائيـة وغيرها، مع خفة الوزن وقابليتهـا للتصنيـع، على هيئة أشكال متعـددة عند درجات حرارة منخفضـة نسبيًّا، لتخدم مختلـف التطبيقات. وتعـد صناعة المواد البلاستيكيـة مـن أكبر القطاعـات الصناعية حجمًـا على المستوى العالمي، ففي الولايات المتحـدة الأمريكية يعمل أكثر من ١,٣ مليون شخـص في تلك الصناعة، بينمـا تبلغ المبيعات السنوية حوالي ٣٤٥ بليون دولار في السنـة. وفي أوروبا توظف صناعة المواد البلاستيكية بمـا في ذلك صناعة المعـدات اللازمة، لتصنيع المـواد البلاستيكية أكـثر من ١,٥ مليـون شخص، ويبلغ حجم الدخـل السنوي حوالي ٢٧٥ ألف مليون يورو.

تستحوذ بعض مصانع البلاستيك في المملكة العربية السعودية علـى حوالي ٦٠ ٪ من مبيعات شركة سابك من المواد البوليمرية[٢٨]، وهي المواد الخام لتصنيع مختلف المنتجات البلاستيكية، وهذا يؤكد قوة الطلـب لرفع الإنتـاج، لتغطية الطلب المتزايد مـن قبل مصانع البلاستيك داخل المملكة.

على الرغم من أهمية صناعة المواد البلاستيكية، ومساهمتها الفاعلـة في دعم الاقتصاد العالمي، لعلنا نسأل عن الأضرار الناتجة

عـن الاستهـلاك المطـرد لتلـك المـواد في مختلـف مناحـي الحياة العصرية. والجواب يكمن فيما يلي:

- إن معظـم المـواد البلاستيكيـة المستخدمـة في مختلـف التطبيقـات لها عمر استخـدام قصير جـدًّا، لهذا فإنها تصـير إلى مـواد مهملـة (Disposable) ومن ثـم فإنها تسهم وبشكل كبير في زيادة كمية النفايات.

- إن المـواد البلاستيكية تتصف بقلـة كثافتها النوعية، لذا فـإن أوزان قليلة جدًّا من تلك المـواد يكفي لصنع أحجام كبـيرة نسبيًّـا، فمثلًا يمكن صنـع عبوة ميـاه بلاستيكية بحجم ٥ لـتر، وذلك باستخدام حـوالي ١٠٠ غرام فقط من مـادة عديد الايثلين الترفثالاتـي PET المستخدمة في صناعات عبـوات المياه الشفافة، وهذا لـه أثر سلبي على المساحات المخصصة لدفن النفايات.

- تعرف المواد البلاستيكية بصعوبة تحللها مقارنة بالمواد التقليدية كالحديد، وهذا يتطلب زيادة في أعداد مدافن النفايات.

- قد يسهم تحلل بعض المواد التي تضاف لتحسين خصائص المواد البلاستيكية عند ردمها إلى إلحاق الضرر بالنظام البيئي.

- إن دفن تلك المواد وعدم الاستفادة منها عبر برامج إعادة تدوير النفايات يعد هدرًا اقتصاديًّا لا مبرر له.



إن مشكلة النفايات البلاستيكية أصبحت تؤرق الكثير من دول العالم، فبينما كانت نسبة النفايات البلاستيكية في الولايات المتحدة الامريكية ١ ٪ من مجموع النفايات البلدية الصلبة في عام ١٩٦٠ م، قفزت هذه النسبة إلى حوالي ١٢ ضعف ما كانت عليه في عام ١٩٦٠ م بحسب تقديرات وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA. وبينما بلغ ما تم إعادة تدويره من المواد البلاستيكية حوالي ٥,٣٪ في عام ١٩٩٣م، تفوق نسبة إعادة التدوير للمواد البلاستيكية ٣٠٪ بحسب إحصاءات EPA. وتشير إحصاءات ١٩٩٧ م إلى وجود ٧٤٠٠ نقطة لجمع النفايات البلاستيكية (Curb side)، و١٢٠٠٠ مركز لتجميع تلك المواد (Drop-off centers). في المملكة المتحدة، ازدادت معدلات إعادة تدوير مواد التعبئة والتغليف البلاستيكية من ٨ ٪ في عام ١٩٩٨ م إلى أكثر من ٢٠ ٪ في السنوات القليلة الماضية [٢٩]. ويوجد في المملكة المتحدة أكثر من ألفي موقع لتجميع ما يقارب ٣٨٧ طن متري من النفايات البلاستيكية في الشهر [٣٠].

من أهم المنتجات البلاستيكية التي نتعامل معها بشكل يومي في المنزل، هي علب وحاويات اللبن والحليب ومشتقاته، وحاويات العصير والمياه الغازية، والأطباق والأكواب البلاستيكية، ذات الاستخدام لمرة واحدة. علاوة على ذلك يلاحظ في الآونة الاخيرة اعتماد الناس وبشكل كبير على استخدام المياه المعبأة في المنازل أو في أثناء التنزه في المناطق الصحراوية. وتجدر الإشارة إلى أن منتجات شركة سابك من مادة PET تفوق ٧٣ ألف طن متري في

السنــة، وبفرضـ أن ٦٠٪ مما يتـم إنتاجه يستخـدم لتصنيع علب المـيـاه، فإنه يمكن تحويـل ذلك إلى أكثر مــن ٤٠٠ مليون عبوة سعة ٥ لتر أو ٣٠٠٠ مليون عبوة سعة ٠,٣٣ لتر.

إن الاستهــلاك الكبير لهذه المواد، أي مــواد التعبئة والتغليف البلاستيكية، يسهم بدرجــة عالية في زيادة كمية النفايات اليومية، حيــث إن هذه المواد لهــا عمر استخدام قصير جــدًّا، ومن ثم يكون مصيرهــا إلى مرمى النفايــات، فحاويات الميــاه البلاستيكية قد لا يفصل بين تصنيعها ورميها مع النفايات سوى بضعة أيام. بالرجوع إلــى الجــدول ١-١ يتبين أهم المواد التي تستخــدم في تعبئة الغذاء، وتعد المــواد االبلاستيكية المصنعة من مادتي PET و HDPE الأكثر استخدامًــا، حيــث تشكل نسبة أكثر مــن ٩٤٪ من مجموع النفايات البلاستيكية، حسب التقديــرات العالمية والمحلية[١٤]. ويعتقد أن هذا النــوع من النفايــات البلاستيكية هو الــذي يشكل الســواد الأعظم مــن النفايــات البلاستيكيــة البلديــة نظــرًا لأن تلــك المــواد ترمى بشــكل يومــي في ظــل غيــاب التشريعــات الخاصة بالاستفــادة من النفايات وإعــادة تدويرها، وخاصة النفايــات الاقتصادية: كالمواد البلاستيكيــة لأغراض التعبئة والتغليف. وقــد استغل بعض ضعاف النفوس مثل العمالــة الوافدة هذه الثغرة، وقاموا بعمل مصانع غير مرخصــة لمزاولة مهنة إعادة التدويــر للنفايات بطريقة غير سليمة مــن شأنهــا أن تضر باقتصاد البلــد والصحة العامــة، حيث يمكن أخــذ المواد البلاستيكيــة المستخدمة وصهرها، ومــن ثم خلطها مع

المـواد البلاستيكية الخام لإنتـاج مواد رخيصة الثمـن ورديئة، من حيـث الجودة، وربما ضـارة بصحة المجتمع لو وجـدت طريقها إلى تطبيقات حفظ وتعبئة الغذاء.

إن الإدارة الفاعلـة للنفايات البلاستيكيـة المنزلية والتجارية مـن خلال تطبيـق آليات لجمع وفرز تلك المواد مـن المصدر، وذلك عـبر إقامـة مراكز إعادة التدويـر في الأحياء والمجمعـات التجارية والمرافـق العامـة بمشاركـة القطاع الخاص، ربما يسهـم في تقليل تكلفـة إدارة النفايـات البلدية الصلبة، حيث مـن المعلوم أن مرحلة جمـع النفايات تستحوذ علـى أكثر من ٥٠ ٪ مـن إجمالي التكلفة. هـذا علاوة على التقليـل من الكميات الكبيرة من تلـك المواد، التي يتـم دفنها، وتتطلب مساحات شاسعة نظـرًا لكبر أحجامها، وأيضًا الخطـر المحتمل من جراء تسرب للمـواد المضافة للبلاستيك، التي معظمها قد يسبب أضرارًا لمكونات البيئة كالتربة والمياه الجوفية.

عندما يتـم فصل النفايات البلاستيكية عن النفايات المنزلية الأخرى، ويتم نقلها إلى الأماكن المهيأة لإعادة التدوير، فإنها يمكن أن تخضع لإحدى الطرق التالية:

- إعادة التدوير الفيزيائي أو الميكانيكي.
- إعادة التدوير الكيميائي.
- إعادة التدوير لإنتاج الطاقة (Waste to energy).

إعادة التدوير الفيزيائي

يقصد بإعادة التدوير الفيزيائي أو الميكانيكي للنفايات البلاستيكية أن يتم إعادة صهرها، ثم تشكيلها مرة أخرى لمنتجات مختلفة. وبهذه الطريقة لا يحدث للمادة البلاستيكية تغير كيميائي أو استهلاك للمادة من أجل إنتاج الطاقة. تبدأ عملية إعادة التدوير الفيزيائي للنفايات البلاستيكية بتهيئة تلك النفايات، التي تتعدد أشكالها على هيئة علب وحاويات وغيرها، حيث يتم فصل كل منتج بحسب نوعه، استنادًا على رمز المادة الموجود على أسفل العلبة أو المنتج. وكمثال لنفترض أننا بصدد إعادة تدوير حاويات اللبن والمياه المصنوعة من مادة عديد الايثلين مرتفع الكثافة (HDPE)، وهو يحمل الرقم ٢ بداخل مثلث. الخطوة الأولى تكون بالتأكد من عدم وجود شوائب في خط الإنتاج مثل الورق والغبار، وبعد ذلك يتم غسل الحاويات بالماء لإزالة ما يعلق بها من مواد غذائية وغيرها، ثم تجفف بالهواء تمهيدًا لتصغير أحجامها باستخدام ماكينات الجرش والتقطيع. بعد ذلك تخرج المواد بعد دخولها لمكينة الجرش على هيئة شرائح صغيرة في حدود ٤-٦ ملم، ويمكن الاكتفاء بهذه المرحلة وتعبئة تلك المواد في أكياس ضخمة مخصصة لذلك، ومن ثم بيعها للمستفيدين أو تصديرها كمواد خام. كما يمكن المضي في معالجة شرائح البلاستيك المنتجة في خطوات لاحقة، يتم فيها صهر تلك الشرائح وضخها كمصهور على شكل ضفائر من خلال فتحة دائرية يتراوح قطرها من ٣-٥ ملم، ليتم بعد ذلك تقطيعها على هيئة حبيبات أسطوانية. بعد ذلك تعبأ هذه الحبيبات في

أكياس لتشكل المادة الخام لتصنيع منتجات بلاستيكية متنوعة.

يبين الشكل ٣-١٨ مخططًا يوضح هذه العمليات التي تم ذكرها لإعادة التدوير الفيزيائي لمنتجات مادة HDPE.

علب HDPE فارغة مستخدمة

مكينة جرش

شرائح بلاستيكية

باثق لصهر وضخ المواد البلاستيكية

جهاز عمل الحبيبات

حبيبات بلاستيكية

الشكل رقم (٣-١٨) إعادة تدوير فيزيائي لنفايات HDPE.

إعادة التدوير الكيميائي

في طريقة إعـادة التدوير الفيزيائي للنفايـات البلاستيكية لا يتـم إحداث أي تغيير كيميائي للمادة البلاستيكية، حيث يتم تحويل النفايـات البلاستيكية من منتجات كبـيرة ومختلفة الأحجام، مثل العلب والحاويـات إلى حبيبات منتظمة الشـكل، يمكن استخدامها مـرة أخرى كمـادة خام لتصنيع منتجات متنوعـة دون الحاجة إلى استخـدام خامـات بلاستيكية جديـدة. أما طريقة إعـادة التدوير الكيميائـي، فـإن المـادة البلاستيكية يتـم تفكيكها بفعـل الحرارة المرتفعـة جدًّا وبوجود المواد المحفزة إلـى المواد الأولية، التي صنعت منهـا المادة البلاستيكيـة أو ما يسمى بالمونومـيرات(*). يمكن بهذه الطريقـة أن يتم تحويل النفايـات البلاستيكية إلى منتجات مفيدة: كالوقود، وزيوت التشحيم، ومادة الكربون (Carbon black).

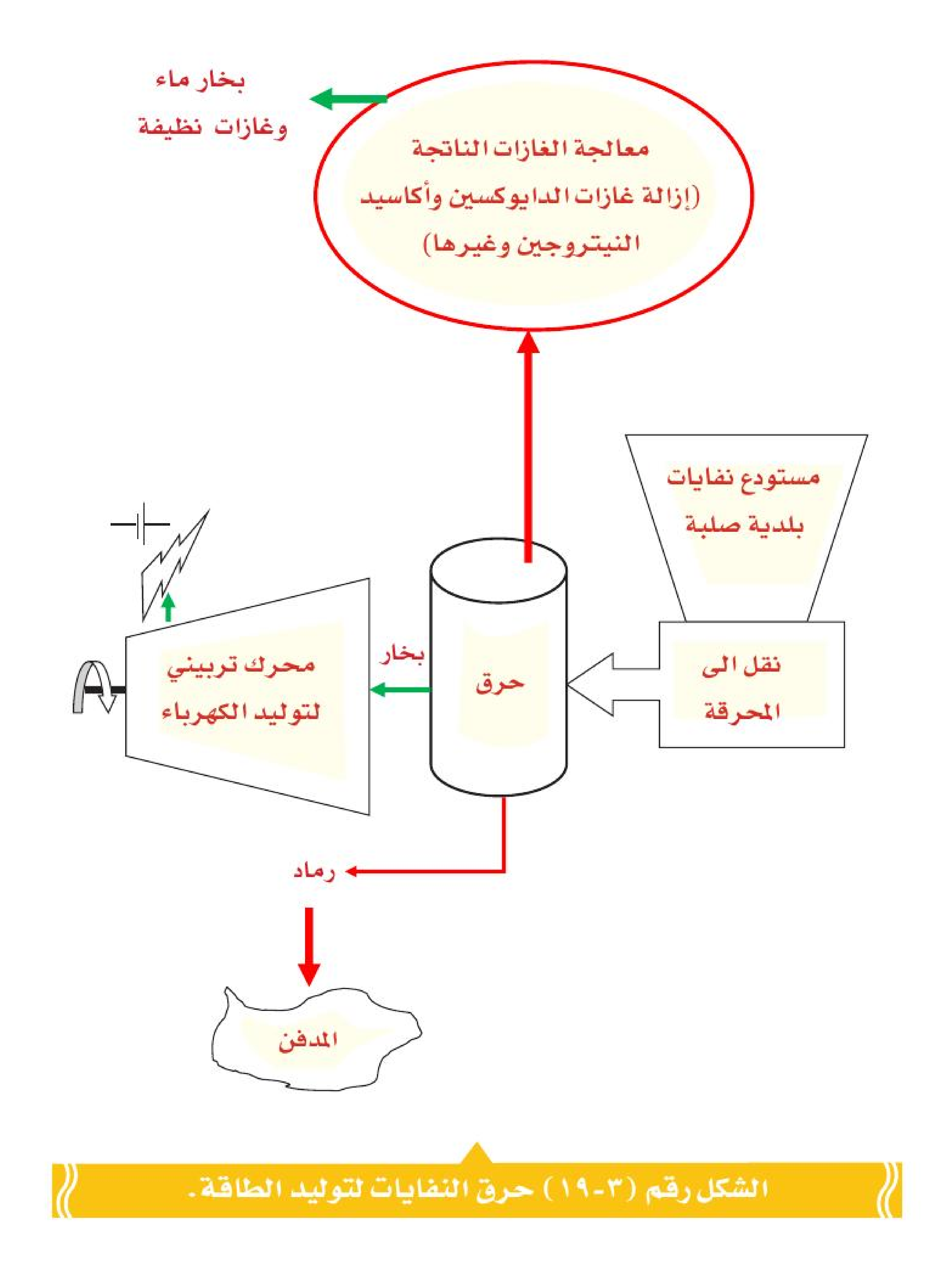
إعادة التدوير لإنتاج الطاقة (Waste to energy)

هـذه الطريقـة شبيهـة إلى حد مـا بطريقـة إعـادة التدوير الكيميائي، إلا أنه لا يتـم استرجاع النفايات البلاستيكية على هيئة مـواد أولية كالزيوت وغيرها وإنما تترك تلك النفايات البلاستيكية لتحترق تمامًا لإنتاج غازات وأبخرة، يتم استغلالها لتوليد الطاقة.

(*) المونومير هو وحدة بناء البوليمر أو المادة البلاستيكية، فمثلاً عديد الستايرين يكون المونومير له هو مركب الستايرين.

ج. المحارق الخاصة بالنفايات لإنتاج الطاقة

إن الهدف الأساس من استخـدام المحارق المثالية المخصصة لمعالجـة النفايـات (Incinerators) هـو التقليـل مـن كمية وحجم النفايـات التي تدفن بشكل يومـي، وكذلك التخلص من أي مكونات قد تضر بالبيئة والصحـة العامة، وذلك عن طريق الحرق الكامل. وهناك أغراض أخرى تتحقق بإجراء عملية الحرق المثالي للنفايات، مثل إنتاج الطاقة، وذلك عن طريق إنتاج البخار لتوليد الكهرباء. إن نـواتج الحرق هي بالضرورة غازات ورماد، وهنا ينبغي ملاحظة أنه إضافـة إلى أن طريقة معالجـة النفايات باستخدام المحارق المثالية لا يعـد مجديًـا اقتصاديًّا إذا مـا قورن بطريقة الدفـن، فإنه يوجد أيضًـا بعض التبعات لمثل هذه العمليـة، ومنها احتمال انبعاث بعض الغازات السامة ولو بنسب ضئيلة جدًّا في أثناء إجراء عملية الحرق، وكذلـك فإن الرماد الناتج قد يحتـوي على مواد ضارة، مثل المعادن الثقيلـة كالرصاص وغـيره. وهنا ينبغي التفريق بـين هذه الطريقة وطريقـة الحرق المفتوح العشوائي، الذي لا يتم في محارق مهيأة لمثل هـذه العمليات. إن المحرقة المثالية للنفايات لإنتاج الطاقة ينبغي أن تحقق جملة من الشروط، ومنها التخلص التام من النواتج الجانبية الضـارة، التي قد تنبعث نتيجة عملية الحرق، ومنها غازات أكاسيد النيتروجـين والدايوكسـين والزئبـق، وكذلك الأمطـار الحمضية. ويبين الشكل ٣-١٩ مخططًا للعمليات التي تتم في محرقة مثالية.



الشكل رقم (٣-١٩) حرق النفايات لتوليد الطاقة.

د. إنتاج الغاز الحيوي من مدافن النفايات

كما أشرنا عند الحديث في أوائل أجزاء هذا الباب عن دفن النفايات في المدافن البلدية، وفي ظل عدم توفر الهواء أو محدوديته تحت الأرض، فإنه يحدث تخمر للنفايات العضوية يكون من نتائجه

توليـد بعض الغـازات المسئولـة عن ظاهـرة الاحتباسـ الحراري: كغـاز الميثان. حيـث يمكن في هذه الحالة عمـل مصائد لهذا الغاز، واستغلالـه بشـكل إيجابـي بوصفـه مصـدرًا من مصـادر الطاقة والوقـود. كما يمكـن بناء مفاعـلات التخمير لإنتـاج الغاز الحيوي كالميثان من خلال تغذية تلك المفاعلات بالنفايات العضوية: كالورق ومتبقيات الطعام وغيرها (شكل ٣-٢٠).



الشكل رقم (٣-٢٠) إنتاج الغاز الحيوي من النفايات البلدية [٣١].

إدارة النفايات المنزلية في المملكة العربية السعودية

لا توجد إحصاءات دقيقة عن كمية النفايات المنزلية وتصنيفها في المملكة العربية السعودية، وذلك نظرًا لعدم وجود تشريعات مفعلة تلزم بإعادة تدوير النفايات والحد من التخلص منها في مدافن النفايات البلدية على غرار ما هو معمول به في بعض الدول المتقدمة. يقدر معدل إنتاج الفرد اليومي من النفايات في المملكة العربية السعودية بأكثر من ١,٨ كغم. لابد من الإشارة هنا أن النظام الأساسي للحكم في المملكة العربية السعودية ينص في إحدى مواده على الاهتمام بحفظ البيئة من التلوث. وهذا يعزز أهمية وجود تشريعات تلزم بتطبيق برامج إعادة تدوير النفايات كوسيلة للحد من تلوث البيئة. هناك العديد من الأنظمة والخطط السعودية المتعلقة بحفظ البيئة ومنها النظام العام للبيئة والإستراتيجية الوطنية للصحة والبيئة والخطة التنفيذية لحماية البيئة بمدينة الرياض. وقد نصت الإستراتيجية الوطنية للصحة والبيئة على تشجيع ودعم برامج إعادة تدوير النفايات الصلبة. وحديثًا وافق مجلس الوزراء في السعودية على نظام إدارة النفايات البلدية الصلبة(*) (ملحق ب). وهذا النظام ينص على ضرورة فصل النفايات البلدية وجمعها ونقلها وفرزها ومعالجتها بالطرق

(*) يمكن الاطلاع على هذا النظام من خلال الموقع الإلكتروني لوزارة الشؤون البلدية والقروية.

السليمة المتبعة دوليًّا. ومن المتوقع أن يفعل هذا النظام من خلال إصدار لوائحه التنفيذية. وسينبثق عن هذا النظام بحسب مادته الرابعة إستراتيجية وطنية لإدارة النفايات البلدية الصلبة كإطار لعمل مؤسسي وفني. وقد حدد النظام أيضًا قواعد وإجراءات مزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة، التي تشكل النفايات المنزلية جزءًا مهمًّا منها. كما نصت إحدى مواد هذا النظام على منع من لا يملك تصريحًا أن يقوم بجمع وتخزين أو الاستحواذ على النفايات البلدية الصلبة بغرض الاستفادة منها، أو إعادة تدويرها. كما نص النظام على بعض العقوبات لمن يرتكب مخالفات تعرقل سير إدارة النفايات البلدية الصلبة، مثل نبش حاويات النفايات والحرق العشوائي للنفايات لغير المرخص لهم. وحتى يرى المرء هذا النظام واقعًا، فإن النفايات المنزلية في المملكة العربية السعودية لا تزال تدار بالطرق التقليدية، حيث يتم رمي جميع النفايات بمختلف أنواعها في حاوية واحدة أمام المنازل وداخل الأحياء السكنية، ثم يتم نقلها إلى مدافن البلدية. ويوجد بعض الجهود المبعثرة هنا وهناك للإدارة السليمة للنفايات المنزلية وإعادة تدويرها مثل تدوير النفايات في أرامكو السعودية وبعض الأسواق التجارية التي وضعت حاويات لفصل النفايات.

وفي الآونة الأخيرة تم السماح بمنح تصاريح للقطاع الخاص لممارسة عمليات إعادة التدوير للنفايات، ففي مدينة جدة يتم فرز النفايات البلاستيكية، ولكن ذلك يجري عند المدفن، وهو بلا شك

غير حضاري وغير مجدي اقتصاديًا، حيث لا بد من تفعيل المشاركة بين القطاع الحكومي ممثلًا في أمانات المدن والقطاع الخاص من خلال مصانع المواد البلاستيكية، وذلك بإنشاء مراكز لتجميع وفرز النفايات البلاستيكية قبل أن تختلط بالنفايات الأخرى في الأحياء والمجمعات السكنية. وقد قامت مدينة الملك عبدالعزيز بتنفيذ مشروع بحثي حول إعادة تدوير النفايات البلاستيكية المنزلية، كما هو موضح في الملحق ج.

وقد أدى رخص ثمن المواد الخام لتصنيع تلك المواد بكميات هائلة، وعدم احتسابها من ضمن تكلفة المنتج الغذائي، وغياب الأنظمة التي تلزم بعدم رميها مع المخلفات العامة، أدى ذلك إلى عدم الاكتراث بها من قبل المستهلكين، ورميها في حاوية النفايات وفي الطرقات والشوارع والمتنزهات وغيرها. إن المسؤولية مشتركة بين القطاع الحكومي ممثلًا بأمانات المدن التي تتعامل مباشرة مع النفايات الصلبة، وتقوم بإدارتها والقطاع الخاص من خلال مصانع المواد البلاستيكية. ولكن في ظل عدم وجود تشريعات تجبر القطاع الخاص على المشاركة لن يكون هناك جدوى من خلال منح التصاريح فقط. فالحالة الراهنة لإدارة النفايات البلدية الصلبة غير مشجعة لمشاركة القطاع الخاص من ناحية اقتصادية نظرًا لعدم تطبيق سياسة فصل النفايات البلاستيكية من المصدر.

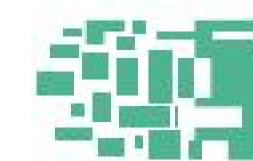




4

اقتصاديات النفايات المنزلية

مدخل



تختلف اقتصاديات النفايات المنزلية بحسب الإدارة المطبقة للتعامل مع تلك النفايات، ففي البلدان المتقدمة صناعيًّا كدول الاتحاد الأوروبي واليابان والولايات المتحدة الأمريكية تتحكم عدة عوامل في تحديد تلك الاقتصاديات مثل التشريعات الخاصة بإعادة تدوير النفايات، وكذلك الرسوم التي تفرض على جمع ونقل ومعالجة النفايات المنزلية. أما في البلدان التي لا تطبق إدارة فاعلة للتخلص السليم من النفايات المنزلية، فإن الناحية الاقتصادية تنحصر في تكلفة جمع تلك النفايات من المنازل من قبل مؤسسات أو أفراد، وتتمثل في مقابل مادي أو مقايضة بما تحويه النفايات من مواد قابلة لإعادة التدوير. هذا بالإضافة إلى تكلفة التخلص من تلك النفايات أما بالدفن الذي يتطلب مساحات شاسعة من الأراضي أو بالحرق. وفي البلدان التي تتكفل فيها الحكومة بإدارة النفايات المنزلية، كما هو الحال في المملكة العربية السعودية فإنه لا يوجد أي رسوم تفرض على الساكنين مقابل التخلص من نفاياتهم المنزلية. إن عدم وجود رسوم على التخلص من النفايات المنزلية ربما يؤدي إلى زيادة في كميات النفايات المنتجة بشكل يومي. كذلك فإن زيادة دخل الأسرة ربما تؤدي إلى زيادة في كمية النفايات المنتجة يوميًّا. وفي مدينة كبيرة كمدينة الرياض تقدر تكاليف النظافة، ومنها التخلص من النفايات المنزلية بحوالي نصف مليون ريال في اليوم.

وهنا لا بد من الإشارة إلى وجود علاقة تقايض (Tradeoff relationship) بين الناحيتين الاقتصادية والبيئية عند التعامل مع إدارة النفايات واستغلالها، ففي ظل الوضع الراهن في المملكة العربية السعودية من حيث غياب التشريعات التي تلزم بتطبيق إدارة فاعلة للنفايات البلدية، بحيث يكون من الواجب فصل تلك النفايات من المصدر وإنشاء نقط ومراكز تجميع وتدوير تلك النفايات، فإن الكفة في علاقة التقايض ترجح لصالح الناحية الاقتصادية على حساب حماية البيئة من جراء الدفن الجائر لتلك النفايات، أي أن عملية التدوير غير مجدية اقتصاديًّا. ومن شأن سن تشريعات لإعادة تدوير النفايات المنزلية أن تفعل وتحدد دور القطاع الخاص في المساهمة في الاستغلال الأمثل لتلك النفايات من الناحيتين البيئية والاقتصادية، وهذا سيغير من علاقة التقايض إلى علاقة موازنة، أي استغلال أكبر قدر من تلك النفايات بطريقة مجدية اقتصاديًّا، وتقليل ما يتم دفنه لحفظ البيئة من التلوث.

في هذا الباب سيتم التطرق لتكلفة إدارة النفايات المنزلية والمردود الاقتصادي المرتقب من جراء الاستفادة من النفايات بمختلف أشكالها عبر الطرق المتعددة كإعادة التدوير وغيرها.

تكلفة إدارة النفايات المنزلية

تنحصر اقتصاديات النفايات المنزلية في تكلفة التجميع والنقل والتخلص من تلك النفايات عبر الطرق المتبعة: كإعادة التدوير،

والحــرق، والدفن. من المتعارف عليه أن يقــوم صاحب المنزل بدفع رسم شهري للجهة التي تقوم بجمع ونقل ومعالجة النفايات المنزلية بمختلـف أشكالهـا ، وفي هذه الحالة يكون من المجـدي- للتقليل من التكلفــة بالنسبة لصاحب المنزل- أن يتم فصل المواد القابلة لإعادة التدويـر ومناولتهـا للجهات المستفيـدة عبر برامج إعــادة التدوير الرصيفي (curbside) أو مراكز إعادة التدوير (Drop–off centers) في المجمعـات السكنية والتجارية أو بالقرب منها. يتم نقل النفايات المنزلية إلى المدفن البلدي بواسطة شاحنات مجهزة تكون تكلفتها من ضمــن رأس المال للجهة التي تقوم بإدارة النفايات البلدية الصلبة. هذا بالإضافة إلى التكاليف الأخرى المتعلقة بتلك الشاحنات كتكلفة الصيانــة الدوريــة واستبدال الشاحنــات القديمة بأخــرى حديثة. ويدخــل من ضمن تكلفــة إدارة النفايات المنزليــة أيضًا بناء المدفن المناسب لتلك النفايـات. إن تجهيز وصيانة مدافن النفايات البلدية يعـد مكلفًــا اقتصاديًّــا إذا تم اتباع الاشتراطـات الصحية والبيئية لتلـك لمدافن، ومنهــا شرط تبطين منطقة الدفن بمــادة بلاستيكية غــير منفذة للسوائل والغازات، وكذلــك تجميع ما يرشح من سوائل ومعالجتــه لضمان عدم تسربه إلى طبقة المياه الجوفية وغيرها من الاشتراطات الأخرى، التي تسهم في زيادة التكلفة. وعلى الرغم من أن الحرق السليم للنفايــات بواسطة المحارق المخصصة لذلك يعد مــن إحدى الطــرق الناجحة للاستفادة من النفايــات وتقليل حجم وكميــة ما يدفن من تلــك النفايات بشكل يومي، إلا أن هذه الطريقة

تعد مكلفة جدًّا إذا اخذنا في الاعتبار كمية الطاقة اللازمة لتشغيل تلك المحارق، وكذلك الكميات المهولة من الرماد المتخلفة من جراء عملية الحرق التي تتطلب معالجة خاصة لخطورته على البيئة والصحة. في بعض الحالات ربما يكون حرق النفايات مجديًا إذا اعتبرنا محدودية الأراضي المتاحة للدفن وارتفاع سعر الشراء لتلك الأراضي، وهذا ينطبق على البلدان ذات الكثافة السكانية المرتفعة كاليابان وبعض بلدان الاتحاد الأوروبي. وبما أن المحارق تتطلب كميات مهولة من النفايات لإنتاج الطاقة، وذلك في البلدان التي تفتقر إلى المصادر الرخيصة للطاقة: كالوقود الاحفوري، فإنه لابد من إجراء موازنة بين عائد استخدام تلك النفايات لإنتاج الطاقة أو للتقليل من كمية وحجم النفايات التي تدفن يوميًّا، وما ينجم عن ذلك من احتمال تلوث الهواء بالغازات السامة والرماد، وبين استغلال بعض تلك النفايات عن طريق إعادة تدويرها. وفي بعض البلدان المتقدمة يتم فرض ضرائب على تصنيع المنتجات من المواد الخام البكر، وذلك من أجل التشجيع على استخدام المواد المعاد تدويرها لتصنيع مختلف المنتجات. ومن الوسائل المجدية اقتصاديًّا لتشجيع عملية تدوير النفايات أن يتم فرض رسم تأميني على بعض مواد تعبئة وتغليف المنتجات، مثل العلب الزجاجية والبلاستيكية، بحيث يسترد مبلغ التأمين عند إعادة العبوة، وكذلك فإن دفع مبلغ رمزي مقابل إعادة العبوة لإعادة التدوير يشجع أفراد المجتمع على المشاركة الفاعلة في عملية إعادة تدوير النفايات، ويحفظ الموارد الطبيعية بالتقليل من استهلاك المواد الخام حديثة التصنيع.

اقتصاديات إعادة تدوير النفايات المنزلية

إن عملية إعادة تدوير النفايـات بشكل عام مكلفة اقتصاديًّا، لأنها تحتاج إلى تجهيزات ويد عاملة، وربما مصانع مجهزة بالمعدات اللازمـة لإجراء عمليـات التدويـر المختلفة. لكن من شـأن إصدار مراسيم وتشريعات حكوميـة أن تقلل من التكلفة، وذلك مثل فرض غرامـات على إلقاء المواد القابلة لإعـادة التدوير: كالورق والزجاج مـع النفايات البلدية الأخـرى. كذلك إذا أخـذت عملية التدوير في إطار حفظ البيئة من التلوث بالغازات والرماد التي تنشأ عن عملية حـرق النفايات، وكذلك حفظ الموارد الطبيعية باستعمال مواد معاد تدويرهـا بدل المواد الخام الجديدة، فإن ذلك ربما يصنع نوعًا من الموازنـة المقبولة، كما تم تفصيل ذلك عند الحديث عن تكلفة إدارة النفايـات المنزلية. من هـذا المنطلق يعـرف الاقتصاديـون معيارًا يحدد جـدوى إعادة تدوير بعض المواد الشائعة: كالـورق والزجاج والمعـدن والبلاستيك. هذا المعيار هو نسبة العوائد غير الاقتصادية مثـل النواحي البيئية إلى تكلفة إعـادة التدوير. وجد أن هذا المعيار أكـبر مـن الواحـد في حـال إعـادة التدوير للـورق والمعـادن كعلب المشروبات المصنعة من الألمنيوم، بينما في حال إعادة تدوير الزجاج والبلاستيـك فـإن التكلفة تطغى علـى العوائد غـير الاقتصادية أو الاجتماعية [٣٢-٣٣].

وتضـع بعضـ الـدول المتقدمة كالولايـات المتحـدة الأمريكية والمملكة المتحـدة وألمانيا نسبًا مستهدفة لما يجـب إعادة تدويره من النفايـات المنزلية، بحيث تـتراوح تلك النسب من ٢٠٪ إلى أكثر من ٥٠ ٪. ومـن أجل تحقيق تلـك النسب فإن الحكومـات تقوم بفرض ضرائـب على دفن النفايات، وفي الوقـت نفسه تمنح عوائد لبرامج إعـادة التدوير[٣٤]، كذلك تقـوم بعض الدول بتطبيـق نظام التأمين (Deposite-refund) علـى معلبـات المشروبـات كما هـو الحال في أستراليا وكندا وفرنسا وغيرها. وفي ألمانيا يتم تطبيق نظام التأمين على حاويات الدهانات والمنظفات كالصابون[٣٤]. وتتميز بعض الدول الإسكندينافيـة والأوروبية كالسويـد وسويسرا و ألمانيـا بالصرامة في قوانـين إعادة التدوير، حيث إن نسبة مـا يتم دفنه من النفايات في تلك البلـدان يعد قليلًا بالمقارنة مع البلـدان الأخرى. وفي ألمانيا علـى سبيل المثال يوجد قانون يلزم من يقوم بتصنيع منتج ما كعلبة ميـاه مثلًا أن يتحمل تكاليف إعادة تدوير هذا المنتج بعد بيعه لتجار التجزئة أو مباشرة للمستهلك.

تتبايـن تكلفـة تجميـع ومعالجـة النفايـات بحسـب النظـام المستخدم لذلك. فبينما تكون تكلفة التجميع مرتفعة في نظام إعادة التدويـر الرصيفي (Curbside) نظـرًا لكثرة الحاويات التي تتطلب عـدد كبير من العمالة لجمعهـا، نجد أن تكلفـة التجميع في مراكز إعـادة التدويـر (Drop-off centers) تكـون منخفضـة نسبيًّا لكن في الوقـت نفسه تعاني تلـك الطريقة من الشوائـب التي تحتاج الى

معالجـة خاصة. كذلك فـإن نسبة المشاركة في إعـادة التدوير عبر مراكز إعادة التدوير تكون منخفضة مقارنة بطريقة إعادة التدوير الرصيفـي، وذلك لبعـد تلك المراكز نسبيًّا عن المنـازل. ولكي تكون عملية إعادة التدوير لأي منتج قابل لإعادة التدوير كالزجاج مجديًا اقتصاديًّـا فـلا بد من أن تكون عوائد بيع المنتـج بعد إعادة التدوير أكبر من تكلفة التجميع والمعالجة لذلك المنتج.

يوجد بعض الطرق الأولية ذات الجدوى الاقتصادية التي يمكن اتباعهـا لإعادة تدويـر بعض النفايات البلاستيكيـة، ومنها طريقة إعـادة التعبئة. حيـث يلاحـظ أن كثيرًا مـن العبـوات البلاستيكية المستخدمـة لتعبئة المواد غير الغذائيـة: كالمنظفات المنزلية وغيرها يمكن إعـادة استعمالها مـرات عديدة دون الحاجـة إلى استخدام عبـوات جديدة، وذلك نظـرًا لعدم وجود خطـورة صحية من جراء إعـادة التعبئـة، وهذا ينطبـق أيضًا على مجالات أخـرى، يستخدم فيهـا البلاستيك للتعبئة، مثل المبيـدات في الزراعة. لذا يقترح عند شـراء مواد معبـأة في حاويات بلاستيكية لغـير أغراض الغذاء مثل المنظفـات الشخصية والمنزلية وخلافها، أن يفرض نوع من التأمين يسـترد عنـد إرجاع العبـوة للبائع (مراكـز البيع)، ومـن ثم تؤخذ إلـى المصنع لتتم إعادة التعبئة وبيعها مـرة أخرى دون الحاجة إلى تصنيـع مواد جديدة أو إعـادة تصنيع تلك المـواد بعد استرجاعها من النفايـات، والذي يمكـن أن يكون غير مجـدي اقتصاديًّا نظرًا للتكلفـة المتوقعة مـن العمليـات التي تسبـق تصنيع العبـوات، مثل

التجميـع والفرز وتحويلها إلى شرائـح وحبيبات بالجرش، أيضًا قد يـودي تكرار عملية إعادة التدوير إلـى تدني في الخواص الكيميائية والفيزيائية لتلك المواد.

كذلك من الأمثلة الأخرى عبوات زيت السيارات البلاستيكية، التـي تصنـع من مادة HDPE (شكل ٤-١)، وهـي ينطبق عليها ما ينطبـق على مواد التعبئة والتغليـف البلاستيكية، أي أنها ذات عمر استخـدام قصير جـدًّا، فبمجـرد أن تفرغ من محتواهـا وهو زيت التشحيـم، فإنهـا ترمى وتختلط مع النفايـات البلدية الأخرى. وقد قـدرت دراسـة كمية مـا يتم رميه مـن تلك العلب بحـوالي ٢٨ ألف علبة في اليوم في مدينـة الرياض[١٦]. وبما أن معظم محطات الوقود والتشحيـم تجلب ما تحتاجه من الزيوت عن طريق موزع، لذا يمكن للعاملـين في المحطات أن يعيدوا العلـب الفارغة إلى الصناديق التي جلبت فيها، ومن ثم تعطى للموزع ليتم إعادة تعبئتها بدل رميها، أو حتى لو فرض أنها ستخضع لعملية إعادة تدوير، فإن ذلك سيتطلب إزالـة بقايـا الزيـت منهـا، ومن ثـم معالجتهـا، وهـي عملية غير اقتصاديـة، وليس لها مبرر، إذ لا فرق بـين العبوات الجديدة وتلك العبـوات التي تم تفريغ الزيت منهـا، حيث إنها ستعبأ بالمادة نفسها - أي الزيـت- عـلاوة على أنها لا تدخل في تطبيقـات تعبئة الغذاء، وليسـ لها أي علاقة قـد تؤثر على الصحة والبيئـة. وإعادة التعبئة يعـد عملية مجدية اقتصاديًّا في هـذه الحالة، لأنه يساهم في حفظ المـادة الخام، ويلغي الحاجة إلى إعادة تصنيع تلك العبوات للغرض

نفســه. وكذلــك فإن إعــادة التعبئــة لتلــك العلب سيجنــب مدافن النفايــات البلدية، تلك الكميات الهائلــة ذات الأحجام الكبيرة من تلــك العلب البلاستيكيــة. كذلك ينبغي التنويه إلــى بعض النفايات البلاستيكيــة المفضلة من ناحيــة إعادة التدوير، مثــل عبوات المياه المصنعــة مــن مادتي PET و HDPE، فهي لا تحتــاج إلى أي عمليات لتنظيفهــا مــن محتواها، كما هــو الحال في العبــوات الأخرى كعلب الألبــان والعصائــر والزيوت وغيرها. لذا يمكــن كأولوية استهداف تلك المــواد واستغلالها: إمــا محليًّا بتحويلها إلــى صناعات مفيدة: كالأثــاث البلاستيكــي أو تصديرهــا للــدول التي تفتقــر إلى الثروة البترولية، ولديها طلبات ملحة للحصول على تلك المواد.



الشكل رقم (٤-١) تعبئة زيت المحركات في علب بلاستيكية.

شرح المصطلحات والرموز

PHAHs	Polyhalogenated aromatic hydrocarbons
CDDs	Polychlorinated dibenzo-p-dioxin
CDFs	Dibenzo-Furans
PCBs	Biphenyls
RVM	Reverse vending machine
TDI	Toluene di-iso-cyanate
Haz-Mat	Hazardous materials
EPA	Environmental protection agency
GW	Global warming
PET	Poly-ethylene-terephthalate
PETE	Poly-ethylene-te-rephthalate
HDPE	High density polyethylene
LDPE	Low density polyethylene
PP	Polypropylene
PS	Polystyrene
WW	Waste water
PC	Polycarbonate
ABS	Acrylonitril-butadiene-styrene



HIPS	High impact polystyrene
CRT	Cathode ray tube
DVD	Digital video disc
CD	Compact disc
MSDS	Materials safety data sheet
VOC	Volatile organic compounds
SER	Specific emission rate
MSW	Municipal solid waste
EP□g□MA	Ethylene□propylene□grafted□maleic anhydride



ملحق (أ)

بطاقة معلومات سلامة مادة

(Material safety Data sheet (MsDs

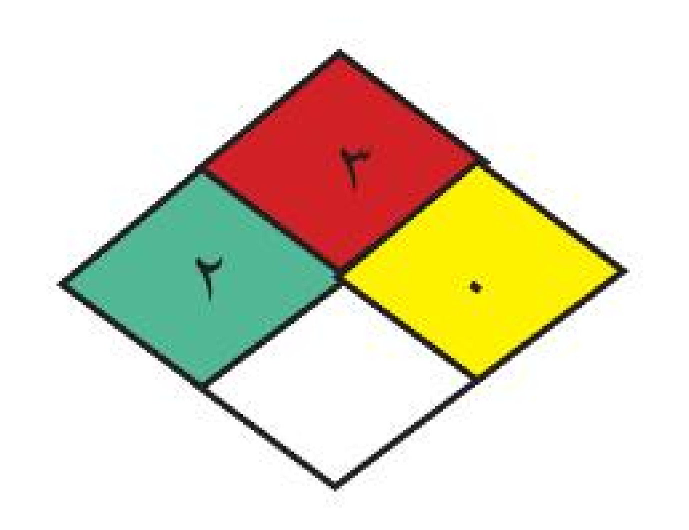
١. هوية المادة (المنتج) والشركة المصنعة

اسم المنتج: ديتول

رقم التسجيل (# CAS):.....

الاستعمال: مطهر

الشركة المصنعة:................



الصحة ٢
الاشتعال ٣
الخطورة الفيزيائية ٠

دلالة الرمز
٠ قليل التأثير
١ خفيف
٢ متوسط
٣ قوي
٤ بالغ التأثير

٢. هوية الخطورة

تحذيرات:

- للاستعمال الخارجي فقط
- تجنب استخدامه على العينين أو منطقة واسعة من الجسم
- توقف عن الاستعمال إذا كان هناك تحسس في الجسم
- يحفظ بعيدًا عن الأطفال

تأثيرات صحية على المدى القصير

قنوات التعرض: العين، الجلد، الاستنشاق، البلع.

الأعراض: تهيج العين والجلد. في حال حدوث تهيج واحمرار في الجلد يجب التوقف عن الاستخدام كمطهر. لا يتوقع حدوث استنشاق لتلك المادة.

٣. التركيب والمكونات

المكونات	رقم التسجيل # CAS	النسبة
كلوراوكسيلينول	٨٨-٠٤-٠	٢,٥-١٠
زيت الصنوبر	٨٠٠٢-٠٩-٣	٢,٥-١٠
ايزوبروبانول	٦٧-٦٣-٠	١٠-٢٠

٤. إجراءات الإسعافات الأولية

- **التلامس مع العينين:** اغسل العينين بالماء، وقم بإزالة العدسات اللاصقة إن وجدت، ثم كرر غسل العينان بماء وافر لمدة كافية.

- **الجلد:** إذا حدث للجلد تحسس واحمرار نتيجة استخدام المنتج كمطهر فيجب التوقف عن الاستخدام مباشرة.

- **الاستنشاق:** اذا حدث اختناق أو صعوبة في التنفس فيجب الذهاب للمستشفى فورًا.

- **البلع:** في حال ابتلاع أي كمية من هذا المنتج فيجب التوجه للمستشفى فورًا واصطحاب البيانات الكاملة عن المنتج لمساعدة الطبيب في تشخيص الحالة.

٥. إجراءات الحريق والإطفاء

- **خواص الاشتعال:** قابل للاشتعال.
- **وسائل الإطفاء:** ثاني أكسيد الكربون، رغوة وكيماويات جافة.
- **نواتج احتراق خطرة:** أكاسيد الكربون وغيرها.
- **الحساسية لتفريغ شحنات الكهرباء الساكنة:** لا تتوفر بيانات.

٦. إجراءات إخلاء الحوادث

- **احتياطات السلامة الشخصية:** يفضل أي تجمهر عند موقع الحادث، كما يتجنب المشي على المادة المنسكبة أو لمسها.
- **طرق الاحتواء:** يجب وقف التسرب أولاً، ومنعه من الدخول لمجاري المياه أو المناطق الضيقة.
- **التنظيف:** يجب الرجوع إلى التحذيرات المعطاة في هذه البطاقة قبل الشروع في تنظيف المادة المنسكبة. يمكن تنظيف الكمية القليلة بمادة خاملة كالإسفنج، ووضعه في وعاء وإحكام إغلاقه لحين التخلص منه.

٧. المناولة والخزن

- يجب الحذر عند نقل ومناولة تلك المادة، حتى لا يقع تلامس مع الجلد وأجزاء الجسم الأخرى.

- تحفظ في وعاء محكم الإغلاق، وبعيدًا عن مصدر حرارة أو لهب.
- تخزن عند درجة حرارة حوالي ٢٥°م.

٨. وسائل الحماية الشخصية

- **التهوية الجيدة مطلوبة.** كما يفضل غسل اليدين والوجه بالماء والصابون بعد استخدام تلك المادة.

- **العينان والوجه:** تجنب تلامس المادة مع العينين. عند مباشرة حادث انسكاب لتلك المادة فيجب على من يباشر الحادث من المختصين أن يرتدوا نظارات واقية وسترة للوجه.

- **أعضاء الجسم الأخرى كالأيدي والجلد:** يجب ارتداء قفازات واقية وسترة وقاية للجسم تكون غير منفذة للسوائل، وكذلك يجب ارتداء أحذية سلامة.

٩. الخواص الكيميائية والفيزيائية(*)

(*) هذا البند وغيره مثل بيانات السمية والأثر البيئي وطريقة التخلص من المادة لم يعط لعدم أهمية ذلك للقارئ العادي.

ملحق (ب)

نظام إدارة النفايات الصلبة في المملكة العربية السعودية

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : ____________
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : ____________

نظام إدارة النفايات البلدية الصلبة

الفصل الأول

الهدف ونطاق التطبيق والتعريفات

المادة الأولى :

يهدف هذا النظام إلى وضع إطار عمل متكامل لإدارة النفايات البلدية الصلبة.

المادة الثانية :

مع مراعاة ما تقضي به الأنظمة الأخرى، يطبق هذا النظام على جميع العمليات المتعلقة بفصل النفايات البلدية الصلبة، وجمعها، ونقلها، وفرزها، ومعالجتها، والتخلص منها بطرق آمنة.

المادة الثالثة :

يقصد بالكلمات والعبارات الآتية - أينما وردت في هذا النظام - المعاني المبينة أمام كل منها، ما لم يقتض السياق خلاف ذلك :

الوزارة : وزارة الشؤون البلدية والقروية.

الوزير : وزير الشؤون البلدية والقروية.

الأجهزة المختصة : الأمانات، والبلديات، والمجالس البلدية.

الجهات ذات العلاقة : الوزارات والمؤسسات الحكومية التي لها علاقة بالنظام.

المقاول : الشخص ذو الصفة الطبيعية أو الاعتبارية المتعاقد مع الوزارة، أو الأجهزة المختصة في إدارة النفايات البلدية الصلبة.

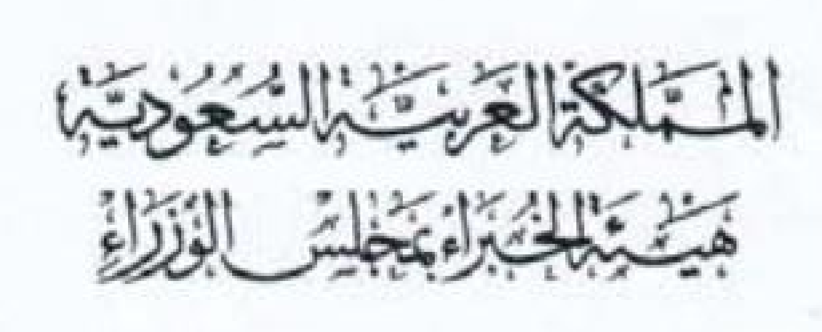
منتج النفايات : الشخص ذو الصفة الطبيعية أو الاعتبارية المنتج للنفايات البلدية الصلبة.

النفايات البلدية الصلبة : جميع المواد التي يتم رميها أو التخلص منها ، ولا تكون ذات فائدة لمنتجها ؛ كالنفايات المنزلية، ونفايات البناء والهدم، والنفايات التجارية، والإدارية،





بسم الله الرحمن الرحيم



الرقم : ____________

التاريخ : / / ١٤هـ

المرفقات : ____________

والصناعية ، والنفايات الخضراء ، والمبعثرات ، ونفايات الرعاية الصحية ، ولا تشمل النفايات الصناعية الخطرة ، أو نفايات الرعاية الصحية الخطرة.

النفايات التجارية والإدارية : النفايات المنتجة من المحلات، والأسواق، والمراكز التجارية ، والمطاعم ، ومراكز التسوق ، والمراكز الترفيهية ، والفنادق ، وجميع المنشآت الإدارية ، مثل: المدارس ، والجامعات ، والوزارات ، والمكاتب الإدارية المختلفة.

النفايات الخضراء : النفايات المنتجة من الحدائق والمتنزهات العامة والخاصة ، ويكون مصدرها المسطحات الخضراء، والحشائش والأشجار ، وتلك الناتجة من أعمال التقليم والصيانة.

النفايات ذات الحجم الكبير : جميع أنواع النفايات التي هي بطبيعتها ذات حجم كبير ، ويصعب جمعها مع مكونات النفايات البلدية الصلبة الأخرى، مثل : أجزاء السيارات، وجذوع الأشجار، وقطع الأثاث، والأجهزة الكهربائية المنزلية.

نفايات البناء والهدم : نفايات البناء والأنقاض الناتجة من أعمال الإنشاءات والصيانة والهدم والتسوية، وكذلك نفايات المواد الناتجة من تعبيد الطرق وغيرها.

النفايات الصناعية الخطرة : النفايات الناتجة من الأنشطة الصناعية التي قد تحتوي على مواد مذيبة، أو مواد مزيلة للشحوم، أو الزيوت، أو مواد مشعة، أو مواد ملونة (أحبار)، أو رواسب عجينية (حمأة) ، أو أحماض وقلويات ، أو مواد أو نفايات صناعية أخرى غير النفايات البلدية الصلبة.

نفايات الرعاية الصحية الخطرة : النفايات التي تنتج من المنشآت التي تقدم خدمات الرعاية الصحية المختلفة، والمختبرات ومراكز الأبحاث الطبية، وإنتاج الأدوية والمستحضرات الدوائية واللقاحات، ومراكز العلاج البيطري، ومن العلاج والتمريض في المنازل، وتنتج جميعها من مصادر ملوثة أو محتمل تلوثها بالعوامل المعدية ، أو الكيماوية، أو المشعة، وتشكل خطراً على الصحة العامة والبيئة أثناء إنتاجها، أو جمعها، أو تداولها، أو تخزينها ، أو نقلها، أو التخلص منها.

بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : ____________
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : ____________

إدارة النفايات البلدية الصلبة : مباشرة عمليات الفصل، والجمع، والنقل، والتخزين، والفرز، وإعادة التدوير والمعالجة، والتخلص النهائي من النفايات، بما في ذلك الإشراف على هذه العمليات والعناية اللاحقة في مواقع التخلص النهائي، وكذلك الدراسات والبحوث التي تجرى على أي من هذه العمليات.

الفصل في المصدر : فصل مختلف أنواع النفايات البلدية الصلبة التي يمكن إعادة استخدامها أو تدويرها، وذلك في أماكن توالدها.

الجمع : جمع النفايات البلدية الصلبة من نقاط التجميع بوساطة الشاحنات والآليات المخصصة لذلك.

النقل : نقل النفايات البلدية الصلبة بوسائل النقل المعتمدة إلى المحطات الانتقالية، أو منشآت الفرز والمعالجة، أو المدافن الصحية.

الفرز: فصل مكونات النفايات البلدية الصلبة عن بعضها ، مثل : الورق، والزجاج، والمعادن، وغيرها من المكونات في المحطات الانتقالية، أو منشآت الفرز والمعالجة ، وذلك بقصد إعادة تدويرها، أو معالجتها.

إعادة التدوير : تهيئة مواد النفايات البلدية الصلبة؛ من أجل استرجاعها، أو إعادة استخدامها مواد خام أولية في عمليات التصنيع.

المعالجة : إحداث تغيير في خصائص النفايات البلدية الصلبة بعد فرزها؛ من أجل تقليل حجمها، أو تسهيل عمليات التعامل معها عند إعادة استخدامها، أو تدويرها.

التخزين : حفظ مكونات النفايات البلدية الصلبة ، أو بعضها ؛ للاستفادة منها لاحقاً .

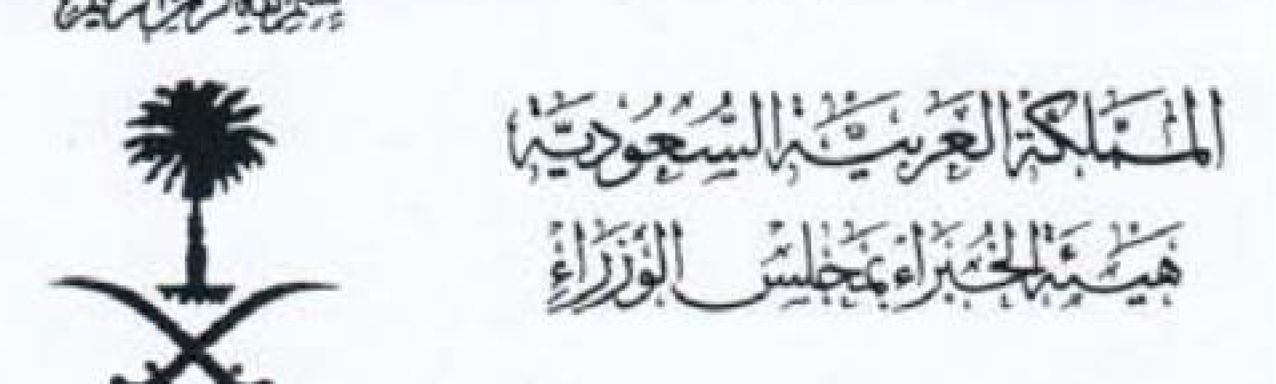
التخلص النهائي من النفايات البلدية الصلبة : إيداع النفايات البلدية الصلبة - التي لا يمكن الاستفادة منها ، أو إعادة تدويرها - في المدافن الصحية.

المحطات الانتقالية : المنشآت التي يتم استخدامها جزءًا أو مرحلة من مراحل عملية نقل النفايات البلدية الصلبة إلى مواقع ومنشآت معالجة أو فرز النفايات، أو إلى مواقع التخلص النهائي ؛ من أجل تقليل تكلفة النقل.

المملكة العربية السعودية هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

المملكة العربية السعودية الأمانة العامة لمجلس الوزراء

بسم الله الرحمن الرحيم



الرقم : ــــــــــــــــ
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : ــــــــــــــــ

منشآت الفرز والمعالجة : منشآت تنقل إليها النفايات البلدية الصلبة ؛ لفرز مكوناتها، ومعالجتها، وتجهيزها لإعادة الاستخدام أو كمواد خام تدخل في عمليات الصناعة.

المدفن الصحي : منشأة أرضية تدفن فيها النفايات البلدية الصلبة طبقاً للمعايير الفنية المعتمدة؛ للتخلص من آثارها الضارة بالصحة العامة والبيئة.

الحرق : إشعال مكونات النفايات البلدية الصلبة؛ للتخلص منها، وذلك بطريقة الإشعال بالحرق المفتوح ، أو بطريقة الحرق المحكوم في أفران خاصة (الترميد) سواء باسترجاع الطاقة، أو بدونه.

النظام : نظام إدارة النفايات البلدية الصلبة.

اللائحة : اللائحة التنفيذية للنظام.

الفصل الثاني
المهمات والمسؤوليات

المادة الرابعة : مهمات الوزارة ومسؤولياتها:

تتولى الوزارة مهمات ومسؤوليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتشمل هذه المهمات والمسؤوليات ـ دون حصر ـ ما يأتي :

١- رفع المستوى الصحي وسلامة السكان وراحتهم في مدن المملكة وقراها، وذلك عن طريق تقديم الخدمات، وإدارة النفايات البلدية الصلبة.

٢- إعداد الإستراتيجية الوطنية لإدارة النفايات البلدية الصلبة كإطار لعمل مؤسسي وفني ، والرفع عن ذلك بحسب الإجراءات النظامية.

٣- تنظيم تنفيذ مشروعات نظافة المدن وإدارة النفايات البلدية الصلبة، بما يحقق المصلحة العامة، والعناية بنظافة المدن والقرى، وسلامة البيئة.

٤- دراسة المتطلبات والاحتياجات المختلفة وتحديدها، ووضع البرامج والخطط اللازمة وتطويرها؛ لإدارة النفايات البلدية الصلبة، ومتابعة تنفيذ مشروعاتها.





بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء



الرقم : ____________
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : ____________

٥- بناء القدرات وتطوير الإدارات المختصة في الأمانات والبلديات، وتزويدها بالمعلومات، ووضع البرامج التدريبية للعاملين فيها.

٦- تحديد المنشآت، أو المباني أو الأماكن التي تقع خدمات جمع نفاياتها على عاتق المالك، أو المستفيد مباشرة.

٧- وضع الضوابط الهندسية اللازمة لإنشاء المدافن الصحية؛ للتخلص من النفايات البلدية الصلبة، والتأكد من أن هذه المدافن مطابقة للشروط والمواصفات المعتمدة نظاماً، وأن يتم إدارتها وتُشغيلها وتقويمها، بحسب الأساليب والمعايير الفنية والبيئية المعتمدة عالمياً.

٨- الإذن بمزاولة نشاط الحرق ؛ في ضوء المواصفات والشروط والضوابط البيئية التي تحدد ذلك.

٩- رفع الوعي البيئي، وإعداد البرامج المناسبة وتنفيذها؛ لتوعية السكان بأهمية المحافظة على النظافة والصحة العامة، والحد من إنتاج النفايات، والتقيد بالتعليمات الخاصة عند التعامل مع النفايات البلدية الصلبة.

١٠- وضع خطة طوارئ بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة والأمانات والبلديات؛ لمباشرة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة في حالات الضرورة، أو الظروف الاستثنائية.

١١- اقتراح الدراسات، وتبني تطبيق المشروعات الرائدة في مجال إدارة النفايات البلدية الصلبة، واقتراح مشروعات التطوير والتعديلات اللازمة للنظام - بما يضمن مواكبة التقدم المستمر في أساليب إدارتها - ووضع قاعدة بيانات وطنية لها.

١٢- دراسة البدائل المختلفة لتمويل إدارة النفايات البلدية الصلبة، بما يحقق الاستدامة المالية.

١٣- تحديد العمر الافتراضي للمدافن الصحية، وطريقة صيانتها، وإغلاقها، والاستخدام المستقبلي لأرض ومنشآت المدفن .





بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم :
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات :

١٤- وضع الضوابط والاشتراطات اللازمة بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة ؛ لتصدير النفايات البلدية الصلبة.

١٥- وضع خطة مع الجهات المختصة لتخفيض المبعثرات.

١٦- تحديد المواقع المخصصة لحاويات النفايات ، مع وضع آلية لفرز النفايات المراد تدويرها والتي لا يمكن استعادتها.

١٧- تشجيع القطاع الخاص على مزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة.

١٨- الترخيص للقطاع الخاص بمزاولة أي نشاط ضمن عمليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتحدد اللائحة شروط الترخيص وضوابطه.

المادة الخامسة : مسؤوليات منتج النفايات البلدية الصلبة :

على منتج النفايات البلدية الصلبة الالتزام بتعليمات الوزارة والأجهزة المختصة المتعلقة بتنظيم عمليات إدارة النفايات البلدية الصلبة، وعلى وجه خاص الالتزام بما يلي :

١- بذل العناية المعتادة لخفض النفايات المنتجة إلى أدنى حدٍّ ممكن.

٢- بذل العناية المعتادة لإعادة استخدام وتدوير النفايات المنتجة إلى أعلى حد ممكن.

٣- وضع النفايات البلدية الصلبة داخل الحاويات المخصصة دون التسبب في أذى الغير ، والالتزام بالضوابط الصادرة في هذا الشأن.

٤- الالتزام بضوابط استخدام حاويات النفايات البلدية الصادرة في هذا الشأن.

٥- عدم تكديس النفايات البلدية الصلبة، أو تجميعها، أو تخزينها، أو التخلص منها بما يسبب ضرراً على البيئة والصحة العامة أو الغير ، أو إخلالاً بالضوابط الصادرة في هذا الشأن.

٦- عدم وضع نفايات الرعاية الصحية الخطرة، والنفايات الصناعية الخطرة، والحيوانات النافقة، أو بقاياها، في حاويات النفايات البلدية الصلبة.

٧- وضع النفايات ذات الحجم الكبير في الأماكن التي تحددها الأجهزة المختصة.





بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم :
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات :

٨- وضع النفايات الخضراء في أكياس بلاستيك مانعة لتسرب السوائل ، وربطها جيداً ، ونقلها إلى الأماكن التي تحددها الأجهزة المختصة.

٩- وضع النفايات المراد تدويرها - بعد فصلها وفرزها - في الحاويات المعدة لذلك، ووضع النفايات التي لا يمكن استعادتها في الحاويات الأخرى.

١٠- المحافظة على نظافة المنطقة المحيطة بمسكنه، أو المنشأة، أو المبنى الذي يملكه، أو يستأجره، أو يستخدمه، أو يقوم بإدارته وتشغيله.

١١- عدم إلقاء النفايات البلدية الصلبة في مجاري السيول والأودية، أو الآبار الجوفية، أو على الشواطئ، أو في شبكات الصرف الصحي، أو شبكات تصريف مياه الأمطار.

المادة السادسة :

يحظر على أي شخص ذي صفة طبيعية أو اعتبارية أن يستخدم أو يسمح لغيره بأن يستخدم أرضاً، أو مبنى، أو منشأة يملكها أو يتصرف فيها كموقع للتخلص من النفايات البلدية الصلبة ؛ قبل القيام بإجراء دراسات التقويم البيئي، والحصول على موافقة الوزارة أو الأجهزة المختصة.

المادة السابعة :

يلتزم منتجو نفايات البناء والهدم بتخصيص الحاويات اللازمة لهذا النوع من النفايات ونقلها إلى المواقع المخصصة لها، أو التعاقد مع المقاولين المؤهلين لنقلها.

الفصل الثالث

ملكية النفايات

المادة الثامنة :

تنتقل ملكية النفايات البلدية الصلبة إلى الوزارة والأجهزة المختصة ؛ حال وضعها في الحاويات المخصصة لها ، أو بقربها ، أو في موقع يعد عرفاً أنه محل للنفايات ، أو عند التخلي عنها.





بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : ________
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : ________

المادة التاسعة :

يحظر على أي شخص ذي صفة طبيعية أو اعتبارية جمع النفايات البلدية الصلبة ، أو نقلها، أو تخزينها، أو حرقها، أو وضع اليد عليها، أو تداولها، أو معالجتها وإعادة تدويرها والاستفادة منها ، ويستثنى من ذلك المرخص لهم نظاماً.

الفصل الرابع

قواعد وإجراءات مزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة

المادة العاشرة :

تقوم الوزارة والأجهزة المختصة بالتعاقد مع المقاولين المرخص لهم نظاماً بمزاولة نشاط إدارة النفايات البلدية الصلبة، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى .

المادة الحادية عشرة :

الوزارة هي الجهة المختصة بالتعاقد مع المقاول أو المقاولين للعمل على المستوى الوطني، أو في حالة التعاقد الذي يغطي أكثر من منطقة ، وتكون الأجهزة المختصة هي جهات الاختصاص بالتعاقد مع المقاولين في نطاق حدود المنطقة الإدارية ، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى.

المادة الثانية عشرة :

يجوز للوزارة والأجهزة المختصة - وفقاً لما تقضي به المصلحة العامة والأنظمة المتبعة والدراسات والمعايير الاقتصادية - تجزئة مشروعات إدارة النفايات البلدية الصلبة، إما من حيث المكان أو من حيث نوع العمل، ويجوز لها كذلك أن تتعاقد مع أكثر من مقاول لتنفيذ هذه المشروعات، ولا يمنع ذلك من التعاقد مع مقاول واحد لممارسة جميع هذه المشروعات في المناطق النائية، أو تلك التي لا تستدعي كمية النفايات المنتجة فيها التعاقد مع أكثر من مقاول.



بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء

الرقم : ــــــــــــــ
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : ــــــــــــــ

المادة الثالثة عشرة :

تخصص الوزارة - بالتنسيق مع الأجهزة المختصة والجهات ذات العلاقة - مواقع الأراضي المناسبة لإقامة المدافن الصحية ، وفقاً للأنظمة المعمول بها ، والضوابط العلمية والفنية الخاصة بإنشاء المدافن الصحية ، التي تحددها اللائحة.

المادة الرابعة عشرة :

يجوز للوزارة وللأجهزة المختصة التعاقد مع مكاتب استشارية متخصصة ؛ للرقابة والإشراف على أعمال إدارة النفايات البلدية الصلبة ، التي يكلف بها المقاولون المرخص لهم نظاماً، وتحدد اللائحة الشروط والضوابط والمعايير اللازمة لذلك وفقاً لهذا النظام والأنظمة الأخرى.

المادة الخامسة عشرة :

يجوز - بحسب الأحوال - للأجهزة المختصة ربط فسوح الترميم ، أو الهدم ، أو الصيانة ، أو التسوية ، أو تجديدها بعقود يبرمها طالب الفسح مع مقاول ؛ لنقل ما ينتج من نفايات إلى الأماكن المخصصة لذلك.

المادة السادسة عشرة :

تلتزم منشآت الفرز والمعالجة وإعادة التدوير - المرخص لها نظاماً - بالشروط والضوابط التي تحددها اللائحة.

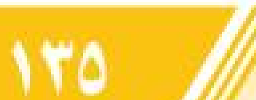
الفصل الخامس

المخالفات والعقوبات

المادة السابعة عشرة :

مع عدم الإخلال بأي عقوبة أخرى أشد ينص عليها في نظام آخر ؛ يعاقب بغرامة لا تزيد على (١٠٠٠٠) عشرة آلاف ريال مع إلزامه بدفع مصاريف إعادتها إلى وضعها السابق ، كل من ارتكب أحد الأفعال الآتية :

١- وضع النفايات البلدية الصلبة خارج الحاويات المخصصة لها.



بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء



الرقم : ____________
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : ____________

٢- تكديس النفايات البلدية الصلبة ، أو تجميعها ، أو تخزينها مما يسبب الإضرار بالصحة العامة أو البيئة.

٣- تغيير الأماكن المحددة لحاويات النفايات البلدية الصلبة ، أو إتلافها.

٤- استخدام أرض أو مبنى منشأة موقعاً للتخلص من النفايات البلدية الصلبة قبل الحصول على موافقة الوزارة.

٥- التخلص من النفايات البلدية الصلبة في الأماكن والشوارع والحدائق العامة ، أو أملاك الغير.

٦- نبش حاويات النفايات البلدية الصلبة ، وبعثرة محتوياتها.

المادة الثامنة عشرة :

مع عدم الإخلال بأي عقوبة أخرى أشد ينص عليها في نظام آخر ؛ يعاقب بغرامة لا تزيد على (٢٠٠٠٠) عشرين ألف ريال مع إلزامه بدفع مصاريف إعادتها إلى وضعها السابق، كل من ارتكب أحد الأفعال الآتية :

١- عرقلة إجراءات تحديد أماكن تجميع النفايات البلدية الصلبة ، أو منع الآخرين من استخدامها.

٢- إيجاد أماكن لتجميع النفايات البلدية الصلبة ؛ بغرض الاستغلال التجاري دون ترخيص نظامي.

٣- وضع نفايات الرعاية الصحية الخطرة والنفايات الصناعية الخطرة في حاويات النفايات البلدية الصلبة.

٤- وضع النفايات البلدية الصلبة في مجاري السيول والأودية ، أو الآبار ، أو الشواطئ ، أو في شبكات الصرف الصحي ، أو شبكات تصريف مياه الأمطار.

٥- جمع النفايات البلدية الصلبة، أو نقلها، أو تخزينها، أو حرقها، أو وضع اليد عليها، أو تداولها ومعالجتها وإعادة تدويرها ؛ للاستفادة منها لغير المرخص لهم نظاماً.





بسم الله الرحمن الرحيم

المملكة العربية السعودية
هيئة الخبراء بمجلس الوزراء



الرقم : ــــــــــــــــ
التاريخ : / / ١٤هـ
المرفقات : ــــــــــــــــ

المادة التاسعة عشرة :

١- يتولى موظفون من الأجهزة المختصة - يصدر بتعيينهم قرار من رئيس الجهاز المختص مجتمعين أو منفردين - ضبط مخالفات أحكام هذا النظام.

٢- تصدر الأجهزة المختصة - حسب الأحوال - قرارات تطبيق العقوبات الواردة في المادتين (السابعة عشرة) و(الثامنة عشرة) من هذا النظام ، ويجوز لأصحاب الشأن التظلم أمام المحاكم المختصة من أي من هذه القرارات خلال (ستين) يوماً من تاريخ إبلاغهم بالقرار.

الفصل السادس
أحكام عامة

المادة العشرون :

يصدر الوزير اللائحة لهذا النظام ، ويعمل بها من تاريخ العمل بهذا النظام.

المادة الحادية والعشرون :

يعمل بهذا النظام بعد تسعين يوماً من تاريخ نشره في الجريدة الرسمية.





ملحق (ج)

مشروع معالجة وإعادة تدوير المواد البلاستيكية الناتجة من الحي السكني ومرافق مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

مدخل

تم دعم هذا المشروع من قبل وحدة بحوث المشاريع الداخلية بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، حيث استغرق تنفيذه ثلاث سنوات (١٤٢٦-١٤٢٨هـ). وكان الهدف من المشروع هو دراسة الاستفادة من النفايات البلاستيكية المستخدمة غالبًا في المنازل: كعلب المياه والعصائر وغيرها. وقد تم تقسيم المشروع إلى أربع مراحل هي؛ مرحلة إدارة النفايات البلاستيكية، وتشمل مخاطبة السكان، وتوعيتهم حول المشروع، ووضع خطة لجمع تلك المواد من السكان وبعض الإدارات في المدينة، والمرحلة الثانية شملت التعرف على المواد التي تم جمعها، وفرزها حسب النوع، وتحديد بعض خصائصها، أما المرحلة الثالثة فكانت معالجة تلك المواد باستخدام ماكينة التكسير، وذلك لتصغير الأحجام حتى يسهل التعامل معها في مرحلة المعالجة الأخيرة، ومن ثم قياس الكميات المختلفة من المواد البلاستيكية وزنًا، وأخيرًا، وفي المرحلة الرابعة تم معالجة المواد لإنتاج مواد متجانسة. كذلك تم اقتراح بعض الاستخدامات

لتلــك المواد من خــلال إستراتيجيــة لتحويلها إلــى تطبيقات طويلة الأمــد، بعكــس استخداماتها الأساســ، مثل تعبئة الميــاه والعصائر والألبان وغيرها، التي تتسم بقصر عمرها، وتؤدي إلى تكون نفايات بصورة يومية وبكميات كبيرة جدًّا.

المــواد التي تمــت معالجتها وتحديــد كمياتها، وهــي (PET) و(HDPE) و (PS) لا تعــد مــواد نقيــة تمامًــا، حيــث احتوت مواد (PET) على سبيل المثال بعضًا من مواد HDPE، وربما بعض المواد الأخرى كمادة (LDPE).

مــن التحديات التــي تواجه العاملــين في مجال إعــادة تدوير النفايــات البلاستيكية بالطريقة الميكانيكيــة، هي ضمان الحصول على منتــج منافس للمواد البكر غــير المستعملة، من حيث الخواص الكيميائية والفيزيائية، وذلــك يعود إلى أسباب فنية، منها النقص المتوقــع في الأوزان الجزيئيــة للمــواد المسترجعــة، والــذي ينعكــس بشــكل سلبي على خواص تلك المــواد. ويعود السبب في تدني الأوزان الجزيئية للمــواد المسترجعة إلى التحلل، ولــو الجزئي الذي يحدث لتلــك المــواد، بفعل التعرضــ لأجــواء مختلفة من الرطوبــة ودرجة الحــرارة، في أوساط ربما تكون شديــدة الأثر، وتسهم في تحلل تلك المــواد، مثل تعرضهــا للأحماض والدهون من جــراء الاستعمال في حفــظ وتعبئة الغذاء. كما أن وجود الشوائب مع المواد المسترجعة قد يسهــم في تدني خواصهــا الميكانيكية، وخاصة خاصيــة المتانة. كما

أن خلط المواد البوليمرية في الحالة المنصهرة يشكل أنظمة غير ممتزجة، تتصف بضعف كبير في خواص تلك المواد، ومن أهمها الخواص الميكانيكية. ونظرًا لافتقار المملكة العربية السعودية إلى توفر مراكز لتجميع وفرز النفايات من المصدر، أي من المنازل والمرافق الحكومية والتجارية وغيرها، نشأت فكرة هذا المشروع لتنفيذ إدارة فاعلة للحصول على النفايات البلاستيكية، بمعزل عن النفايات البلدية الأخرى في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية. وكان الغرض الأسمى هو تقديم مثال يحتذى في مجال إدارة النفايات البلاستيكية. هذا بالإضافة إلى أهداف أخرى منها ما يلي:

١. توعية المجتمع والناشئة بأهمية تطبيق الإدارة الفاعلة للتعامل مع النفايات، وذلك بفصلها عن بعض، لما في ذلك من فوائد جمة بيئية واقتصادية.

٢. توعية المجتمع بخطورة الازدياد المطرد في حجم النفايات البلاستيكية على البيئة، وضرورة إخضاعها إلى برامج إعادة التدوير.

٣. تقديم نموذج مثالي لإدارة النفايات البلاستيكية من خلال تنظيم عملية جمع وفرز النفايات البلاستيكية، وكذلك تصنيفها من المصدر.

٤. إنشاء مركز لجمع ومعالجة النفايات البلاستيكية في الحي السكني لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

٥. توفير بيانات وإحصاءات عن كميات وأنواع النفايات البلاستيكية في مدينة الرياض، وذلك لخدمة الباحثين في هذا المجال.

٦. تحديد خواص النفايات البلاستيكية المسترجعة والتحسين من خواصها إن لزم، وذلك بخلطها مع مواد أخرى. وبذلك تنتج مواد منافسة يمكن الاستفادة منها بشكل فاعل.

٧. إعادة تدوير النفايات البلاستيكية من خلال معالجتها بالطرق الفنية المتاحة، ومن ثم إنتاج مواد مفيدة تتسم بطول عمرها الاستخدامي.

مراحل تنفيذ المشروع

المرحلة الأولى: إدارة النفايات البلاستيكية

بعد التنسيق مع الإدارة العامة للخدمات المساندة بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (المدينة) تم شراء عشرون حاوية كبيرة سعة ٢٤٠ لترًا من ميزانية المشروع، وقامت الإدارة بتوزيع تلك الحاويات على مناطق مختلفة من الحي السكني وبعض إدارات

المدينـة (شـكل ج- ١). وقـد تم أيضًـا توزيع حاويـات ذات أحجام مناسبـة علـى بعض المعاهـد والإدارات في المدينـة، بهـدف جمع النفايـات البلاستيكية المستغنى عنها من قبـل الموظفين. بعد ذلك تم توزيـع خطابات علـى الساكنين لإرشادهم حـول آلية جمع المواد البلاستيكيـة المستغنى عنها، وقد تم تحديـد يومي الأحد والخميس من كل أسبوع لجمع النفايات البلاستيكية من المنازل.



الشكل (ج-١) توزيع الحاويات على بعض المواقع في الحي السكني، ومرافق المدينة، وكذلك مدارس الحي السكني.



وفي إطار التوعية بأهمية هذا المشروع تم عمل التالي:

١. إعداد مسابقة حول إعادة تدوير النفايات البلاستيكية موجهة إلى طلاب وطالبات مدارس المدينة داخل الحي السكني، وقد تم تزويد المدارس بحاويات حتى تتم المشاركة العملية للطلبة والطالبات من خلال رمي النفايات البلاستيكية في الحاوية المخصصة لذلك، (شكل ج-٢).

٢. تم توزيع نشرات توعية على الوحدات السكنية حول أهمية إعادة تدوير المواد البلاستيكية والتعليمات حول عملية فرز وتجميع تلك المواد، (شكل ج-٣).



الشكل (ج-٢) مشاركة طلبة مدارس الحي السكني في المشروع.



الشكل (ج-٣) نشرة توعية حول المشروع تم توزيعها على الساكنين.

مسابقة المشروع

كان من ضمن الأهداف الفرعية للمشروع عمل مسابقة خاصة بتدوير المواد البلاستيكية والاستفادة منها، وقد كانت هذه المسابقة موجهة لطلاب وطالبات مدارس الحي السكني الابتدائية والمتوسطة، وذلك إيمانًا منا بأهمية إيجاد وعي لدى أبنائنا وبناتنا من الطلاب والطالبات بحيوية موضوع إعادة التدوير للمواد التي يتم الاستغناء عنها، سواء البلاستيكية أو غيرها من المواد التي في الغالب تجد مصيرها إلى حاويات النفايات. وقد تكونت المسابقة من فرعين هما:

الفرع الأول: التصميم

حيث طلب من المشارك أن يصمم شكلًا أو مجسمًا أو نحو ذلك، باستخدام المواد البلاستيكية المستغنى عنها، وقد كانت المشاركات في هذا الفرع مخصصة لجميع المراحل، نظرًا لقدرة الجميع على عمل ذلك.

الفرع الثاني: البحث

وقد كان المطلوب في هذا الفرع أن يقدم الطالب/ الطالبة بحثًا مبسطًا حول إعادة تدوير المواد البلاستيكية في المملكة، وقد خصص هذا الفرع للمرحلة المتوسطة فقط، بحيث يمكن للطالب/ الطالبة أن يستخدما كل الوسائل الممكنة للحصول على المعلومة: كالشبكة الدولية «الإنترنت» وأن يتلقوا المساعدة من قبل والديهم.

وقد قدمت أعمال في الفرع الأول، أما في الفرع الثاني فلم يقدم أي عمل، وكانت نتائج المسابقة للفرع الأول كما يلي:

المركز الأول:

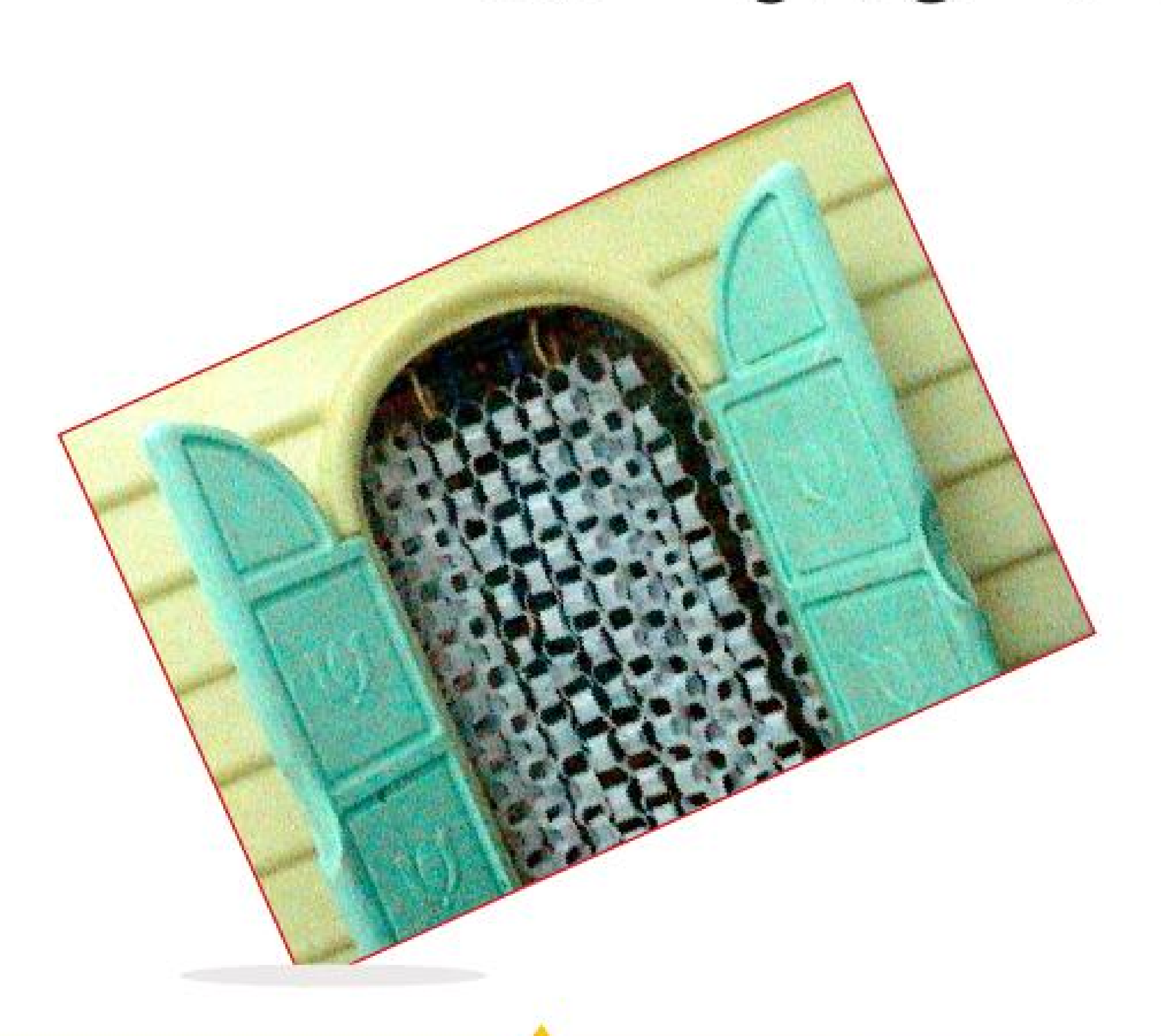
كان العمل المقدم عبارة عن ستارة منزلية مصغرة باستخدام بلاستيك مستعمل من النوع الثاني (HDPE) (الشكل ج-٤).

الجائزة: درع ومبلغ ٣٠٠ ريال.

المركز الثاني:

كان العمل المقدم عبارة عن مكيف صحراوي من المواد البلاستيكية (ج-٥).

الجائزة: درع ومبلغ ٢٠٠ ريال.



الشكل (ج-٤) المشاركة الفائزة بالمركز الأول ستارة بلاستيكية.



الشكل (ج-٥) المشاركة الفائزة بالمركز الثاني مكيف صحراوي من المواد البلاستيكية.

المرحلة الثانية: عملية الفرز والتصنيف

تم عمل ثلاثة أحواض لفرز وتصنيف المواد البلاستيكية بمقاس يتراوح من (١٧٠ × ١٧٠ × ١٢٠) إلى (١٧٠ × ٢٠٠ × ١٢٠) سم^{٣} أو ما يعادل (٣,٥ – ٤) م^{٣}. وقد اشتملت المواد التي تم جمعها على مواد أخرى غير المواد البلاستيكية: كالورق وعلب المشروبات الغازية المصنوعة من الألمنيوم وغيرها، حيث تم عزل تلك المواد عن المواد البلاستيكية. وقد لوحظ أيضًا أن التعليمات التي أعطيت للسكان بخصوص طريقة الجمع لم تتبع بالشكل الصحيح حيث وجد بعض العلب التي لم يتم شطفها بالماء قبل إلقائها مع المواد البلاستيكية الأخرى. كذلك وجد بعض المواد غير البلاستيكية تم وضعها في الحاويات المخصصة لجمع النفايات البلاستيكية، كما يوضح ذلك الشكل ج-٦. وبعد إجراء الفرز حسب نوع المادة البلاستيكية تبين أن معظم ما تم جمعه هو من الأنواع التالية:

PET و HDPE

أما مادة PS فقد وجدت بكميات قليل جدًّا، وقد كان ذلك متوقعًا، لأن استخداماتها في المنازل وذلك على هيئة صحون وأكواب للشرب هي ضئيلة جدًّا، وحتى في حالة استخدامها في المنازل، فإنها لا تقع ضمن نطاق ما تم جمعه، لأنها في الغالب تكون ملاصقة للأكل، وهي مواد لا يمكن قبولها في هذا المشروع نظرًا لقلة الإمكانات المتاحة للتعامل معها وتهيئتها. أيضًا وجدت بعض الكميات الضئيلة من مادة PP ومواد بلاستيكية أخرى مثل لعب الأطفال وأكواب للشرب بيضاء شبيهة بالأكواب التي تصنع من

مــواد النوع السادس، وأوعية لزراعة النباتــات وأوعية حفظ التمور وأغطية علــب سوائل التنظيف المنزلي وغيرهــا. ويبين الشكل ج-٧ المواد التي تم فرزها خلال مدة العمل في المشروع.



(أ) (ب) (ج) (د) (هـ)

الشكل (ج-٦) بعض المخالفات في إلقاء النفايات الأخرى في الحاويات المخصصة للنفايات البلاستيكية. باستثناء فقرة ب.









الشكل (ج-٧) عملية فرز وتصنيف المواد البلاستيكية في الأحواض المخصصة لذلك.

المرحلة الثالثة: معالجة المواد وحساب الكميات

تم استخدام ماكينة تكسير مواد بلاستيكية من نوع (Plastic crusher S 460)، ومزودة بست شفرات متحركة واثنتين ثابتتين. وتبلغ الطاقة الإنتاجية لهذه الماكينة ٣٠٠-٥٠٠ كجم/ساعة (شكل ج-٨). وقد تم أولًا معالجة موادPET، وذلك باستخدام ماكينة التكسير. وبعد الانتهاء تم تنظيف الماكينة، ثم شرع في معالجة مادة HDPE. وأخيرًا، وبعد تنظيف الماكينة من بقايا HDPE تم تكسير مادة PS. وبعد الانتهاء من تكسير جميع المواد تم حساب الكميات، التي تم

جمعها وزنًا وذلك باستخدام ميزان إلكتروني ذي سعة قياس تبلغ ٣٠٠ كجم كحد أقصى (ES300K by Measuretek, China) . ويبين الشكل ج-٩ المواد بعد معالجتها بماكينة التكسير وتحويلها إلى شرائح صغيرة بمقاس ٦ مم، وذلك ليسهل التعامل معها في خطوات المعالجة اللاحقة.





الشكل (ج-٨) ماكينة التكسير المستخدمة في المشروع.



الشكل (ج-٩) المواد البلاستيكية بعد معالجتها بماكينة التكسير.

كميات المواد

استغرق تكسير جميع المواد مدة أسبوعين بمعدل ٢ ساعة/يوم، وقـد بلغ مجموع ما تم معالجته من مـواد حوالي ٢٨٧ كجم، كما هو موضـح في جدول ج-١. ويبين الجدول ج-١ قلة إجمالي المواد التي تم جمعها. حيث كان متوقعًا أن يتم جمع كميات كبيرة من تلك المواد خلال مـدة الجمع التي تراوحت من ٩-١٢ شهر. وبحسب تقديرات الرئاسـة العامة للأرصـاد وحماية البيئة، فإن معـدل إنتاج النفايات للفرد في اليوم في مدينة الرياض هو ١,٥ كجم، وذلك في عام ١٤٢٤هـ. وإذا اعتبرنـا أن المعدل اليومي للفـرد لإنتاج نفايات بلاستيكية يبلغ ٢٥٥ جـم (أي ١٧٪ من الإنتاج الكلي للفرد في اليوم[٥])، فيمكن توقع إنتـاج ما لا يقل عن ١٠ طن في الشهر من النفايات البلاستيكية من الحـي السكنـي. لاحظ هنا أن ما تم جمعه من خـلال المشروع يمثل ٠,٢٤ ٪ فقـط من الإنتاج المتوقع، وقد تم تقدير هذا المعدل، أي ١٠ طن في الشهر، بناءً على المعطيات التالية:

- عدد الوحدات السكنية المأهولة عند بدء عملية الجمع هو ٣٤٠ وحدة، حسب إفادة إدارة الإسكان.
- متوسط عدد الأفراد في الحي السكني يبلغ ٤ أفراد.

الجدول (ج-١) كميات ونسب المواد التي تم جمعها ومعالجتها

المادة	الوزن (كجم)	النسبة المئوية (٪)	ملاحظات
PET	٩٩	٣٤,٥٤	
HDPE	١٧٣,٤٥	٦٠,٥١	
PS	٨	٢,٧٩	
PP	٤,٠٥	١,٤١	
أخرى	٢,١٥	٠,٧٥	مواد PS غير نظيفة، وقليل من مواد النوع الأول التي لم تكسر
المجموع	٢٨٦,٦٥	١٠٠	

وللوقوف على السبب الذي أدى إلى قلة ما تم جمعه من مواد بلاستيكية خلال المدة المقررة في المشروع، فقد تم توزيع استبانة على الساكنين لتقصي السبب. وتبين من نتائج الاستبانة أن أكثر من ٦٠ ٪ من اللذين قاموا بتعبئة الاستبانة لم يشاركوا في عملية عزل وتجميع النفايات البلاستيكية، وذلك لأسباب منها عدم تلقي طلب بتجميع النفايات البلاستيكية أو صعوبة في التنفيذ، هذا مع العلم أن إدارة الإسكان قد تولت توزيع الطلب على جميع الوحدات في حينه. وقد تبين أيضًا من خلال نتائج الاستبانة أن أقل من ١٢ ٪ قد قاموا بعزل وتجميع النفايات البلاستيكية طوال مدة التجميع.

بلغت مواد PET ما يقارب ٣٥ ٪ من الوزن الإجمالي لجميع المواد، التي تم جمعها ومعالجتها بماكينة التكسير. وشملت هذه المواد عبوات المياه بأحجام مختلفة ابتداء من الصغيرة الحجم، أي ٠,٣ لتر، وانتهاء عند العبوات الكبيرة بسعة ١٠ لتر. ويبلغ وزن عبوة المياه الصغيرة بسعة ٠,٣ لتر حوالي ١٤ غرامًا، بينما يبلغ وزن العبوة الكبيرة من النوع نفسه مايقارب ٢٠٦ غرام، وذلك باستثناء وزن الغطاء.

وتشمل أيضًا مواد هذا النوع عبوات المشروبات الغازية بأحجام مختلفة تتراوح من ٠,٤ لتر إلى ٢,٢٥ لتر. كما اشتملت تلك المواد على عبوات الحليب والعصير بأحجام صغيرة، مثل ٠,٢٥ لتر و٠,٥ لتر، وأحجام أكبر مثل ١,٥ لتر. وقد لوحظ أن بعض عبوات المياه الكبيرة، مثل ذات السعة ١٠ لتر، يكون ممسك اليد لها مصنوع من نفس المادة أي PET. كما وجد أيضًا عبوات زيت طعام بسعة ٠,٧٥ لتر إلى ٤ لتر وعبوات مواد تنظيف و«شامبوهات». وأخيرًا فقد استرعى الانتباه بعض علب المياه في أثناء المعالجة، وقد بدا أنها متحللة، وربما تركت معرضة لأشعة الشمس لمدة طويلة، وهذا قد يوثر على خواص المادة النهائية.

وقد شكلت مواد HDPE نسبة عالية بلغت حوالي ٦١ ٪ من الوزن الإجمالي للمواد، (انظر جدول ج-١). وقد كان معظم هذه المواد عبارة عن عبوات العصير والحليب والألبان شبه الشفافة

والمعتمــة ذات أحجام مختلفة: ٠,٢٥ لــتر، ١ لتر، و٢ لتر. كما وجد أيضًــا عبــوات ميــاه سعة جالــون (٣,٧٨ لتر)، وجالونــات تنظيف وعبــوات كلوركس وعبــوات سائل تنظيــف الزجاج بسعــة ٣ لتر و٤ لــتر. وقد وجد كميات قليلة من علب زيت السيارات، وربما تكون قد جمعــت من خلال الحاويــة التي وضعت بالقرب مــن ورشة المدينة. وأخــيرًا اشتملــت مواد هــذا النوع على عبــوات الميــاه الكبيرة سعة ١٥ لــترًا، والتــي في الغالب تستخدم لبرادات الميــاه، كما وجد أيضًا جوالين تعبئة المياه لأغراض الرحلات وتعبئة مياه زمزم.

عند إجراء عمليات الفرز حسب النوع، كان هناك بعض المشقة في تصنيف المــواد المصنوعة من مادة PET كعلب المياه، وذلك لأنه يتحتم نــزع أغطية العبوات نظرًا، لأنها في الغالب مصنعة من مادة أخرى، وهي HDPE وهذا لاينطبق على المواد المصنوعة من HDPE نظرًا لأن مادة العبوة والغطاء هي من نفس النوع. أيضًا يجب التنويه إلــى صعوبة الفصل اليــدوي لحلقات الأغطية ومــادة الغلاف التي يكتب عليها بيانات المنتج لمواد PET. لذا فقد تم عزل هذه المواد كما هــي، ولكن بدون الأغطية. كمــا وأن بعض عبوات المياه ذات الحجم الصغير تحتوي على غطاء مغلــف للعبوة مصنوع من مادة معدنية، وهــذا أيضًــا يصعب نزعــه بشكل يــدوي. وفيمــا يلي نناقش أهم نتائج المشروع.

فصل وتنقية المواد

تعـد مواد PET الأكثر تعرضًا للاختلاط مع مواد أخرى تكون في الغالـب مـن مواد HDPE، وذلـك في أثناء تصنيـع العبوات لمياه الشـرب وغيرها، وكمـا تم توضيحـه آنفًا، فإن بعض الأجزاء مثل مـادة الغلاف وحلقات لصق الأغطيـة لم يتم نزعها في أثناء إجراء عمليـة المعالجة بالتكسير، نظـرًا لصعوبة عمل ذلـك. أما بالنسبة لمواد HDPE فكما أشرنـا سابقًا من أن عملية الفصل غير ضرورية جـدًّا نظرًا لأن جميع المواد الداخلـة في تصنيع العبوة هي من النوع نفسه. وقد تم تصميم نظام لفصل مواد النوع الأول كما يوضح ذلك الشـكل ج-١٠. لإجراء عملية الفصل، ثـم وضع ١،٥ كجم من مواد PET في حـوالي ٥٠ لترًا من المياه في حوض الفصل، أي بنسبة ٣٪ وزنًـا أو مـا يعادل ٣٠ غرامًا لكل ١ لتر من المياه. وقد تم تحديد هذه النسبـة نظـرًا لأهمية أن يكـون محتوى المواد إلى الميـاه المستخدمة للفصل قليل نسبيًّا (في حدود ١٠ ٪)، وذلك لضمان كفاية الفصل. وبعد وضع المواد تم تحريكها، ثم تركت لتستقر وتنفصل بفعل الفرق في الكثافـة النوعيـة. وقبل إجراء عملية الفصـل يتم قياس وزن ٥٠ مليلتر من المياه لتقدير كثافة الماء.

وبعد استقـرار المواد في حوض الفصـل، استخدمت مغارف منخليـة لتجميع المواد الطافية، ومن ثم يتـم تجميع المواد المغمورة، والتي في الغالب لها كثافة نوعية أكبر من كثافة الماء. بعد ذلك يفتح

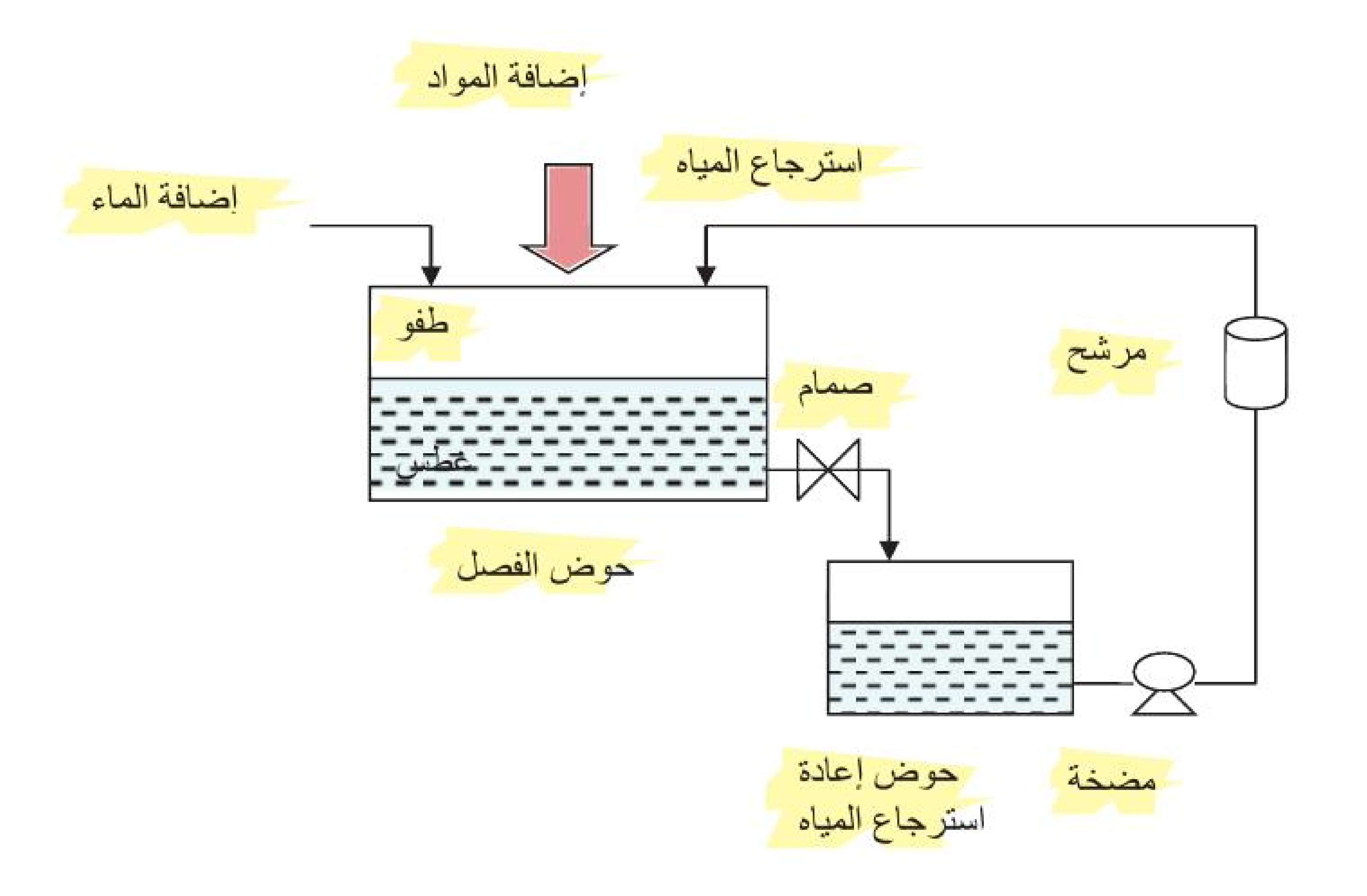
الصمــام ويسمح للمياه بالنزول في الحوض الآخر، ليتم ضخها مرة أخرى إلى حوض الفصل عـن طريق المرور بالمرشح، لإزالة العوالق وضمــان الحصول على مياه مصفاة، كمــا تم أيضًا إضافة قليل من مــادة المطهر (ديتول) للقضاء على أي ميكروبات يمكن وجودها مع المــواد البلاستيكية المسترجعة. وتم تكرار الطريقة نفسها المشروحة أعــلاه لبقيــة الكميات مــن مــواد PET، (ملاحظة: مجمــوع ما تم معالجته من مواد النوع الأول هو ٩٩ كجم، وقد تم عزل ٦ كجم منها بغرض معالجتها على حدة دون فصل، لذا فــإن مجموع ما أخضع لعمليــة الفصــل هنا هو فقط ٩٣ كجــم). وبعد الانتهــاء من عملية الفصــل، تم تجفيف المواد باستخدام مروحة مزودة بسخان كما هو موضــح في الشكل ج-١١. ويبين الشــكل ج-١٢ مواد PET قبل وبعد الفصــل. أخيرًا فقد تم تحديد وزن المواد التي تم فصلها باستخدام الميزان الرقمي، ثم وضعت في حاويات كما في الشكل ج-١٣.

بلــغ وزن المــواد التــي غمــرت بالمــاء (الغاطســة) ٨٦،٨٥ كجم (٩٣,٤ ٪)، بينما بلغ وزن المواد الطافية ٥،٢ كجم (٥,٦ ٪). وقد تم فقــد حوالي ٠,٩٥ كجم (١ ٪) من مــواد PET في أثناء إجراء عملية الفصــل، وهــذا ناتج عــن تطاير بعض المــواد عند نقلها مــن الحاوية إلــى حوض الفصــل، وفقد بعض المــواد الدقيقة جــدًّا، والتي يصعب استرجاعهــا بالطريقة المستخدمة. ومن الملفــت والجدير بالذكر هنا أن ليســ جميع مواد تغليف العبوات تطفو عنــد إجراء عملية الفصل، بــل إن هنــاك مواد تغليف وجــدت مع المواد الغاطســة (أي مادة PET

وغيرها)، وعند فحص تلك المواد تبين أنها مواد تغليف مصنوعة من الورق. ويعود السبب في أنها لاتطفو، إلى تشبعها بالماء في أثناء إجراء عمليــة تحريك المواد في الحوض، والذي يزيد من ثقلها، ومن ثم تعمد تلك المواد إلى الغطس عوضًا عن الطفو. واستغرق فصل ١،٥ كجم من مواد النوع الأول حوالي ٢٥ دقيقة، إلا أن هذه الطريقة يمكن أن تخضع إلى عملية تطوير للرفع من كفايتها من الناحيتين الزمنية والفنية.

كما أشرنــا سابقًا، فإن مواد HDPE لا تحتــاج بالضرورة إلى عمليــات فصل وتنقية، وذلك لأن مواد الغــلاف والغطاء تصنع من العائلــة نفسها، (أي عائلة عديد الايثلــين PE). وفي بعض الحالات تصنــع الأغطية ومواد الغلاف من مــادة عديد البروبلين PP. وعلى الرغــم من ذلك تم محاولــة فصل مادة LDPE عــن مادة HDPE. وقــد تم تحضير خليط مكــون من الماء والاسيتــون (كثافة نوعية ~ ٠,٨٢٧) بنســب تتفــاوت من ١:١ الــى ١:٣ وذلك لخفضــ الكثافة النوعيــة للخليط إلى حد يمكن من فصل مــادة LDPE، وذلك على الرغــم من أنها توجــد بكميات قليلة. وقد لوحــظ أن عملية الفصل هــذه تتطلب استعمــال كمية كبيرة من الاسيتــون، وذلك يتنافى مع البعــد الاقتصــادي للمشروع، حيث إنــه لضمان نجــاح أي مشروع لإعــادة التدوير لا بد أن تكــون الناحية الاقتصاديــة مشجعة. لهذا فقــد أوقــف العمل في هذا الاتجاه لحين إيجــاد طريقة مثلى لإجراء عملية الفصل أو الاكتفاء بمعالجة المواد كما هي، لا سيما أنها تنتمي للعائلة الكيميائية نفسها.

بعـد عملية فصل وتنقية المواد البلاستيكية تم استخدام جهاز الباثـق تـؤام المسامـير (Twin Screw Extruder، TSE)، والمـزود بنظـام تغذية وجهـاز عمل الحبيبات (شـكل ج-١٤). والغرض من ذلـك هـو إنتاج المواد التـي تم تكسيرهـا على هيئة حبيبـات بشكل منتظم ومتجانس من حيث المقاس واللون، (شكل ج-١٥).





الشكل ج-١٠ مخطط وصورة لعملية فصل مواد PET.



الشكل ج-١١ تجفيف المواد بعد إتمام عملية الفصل.





المواد الغاطسة

المواد الطافية

الشكل ج-١٢ مواد PET بعد فصلها بطريقة الفرق في الكثافة.



الشكل ج-١٣ الحاويات المخصصة لحفظ المواد بعد فصلها.



الشكل ج-١٤ جهاز الباثق لعمل حبيبات متجانسة الشكل واللون من المواد البلاستيكية المعاد تدويرها.



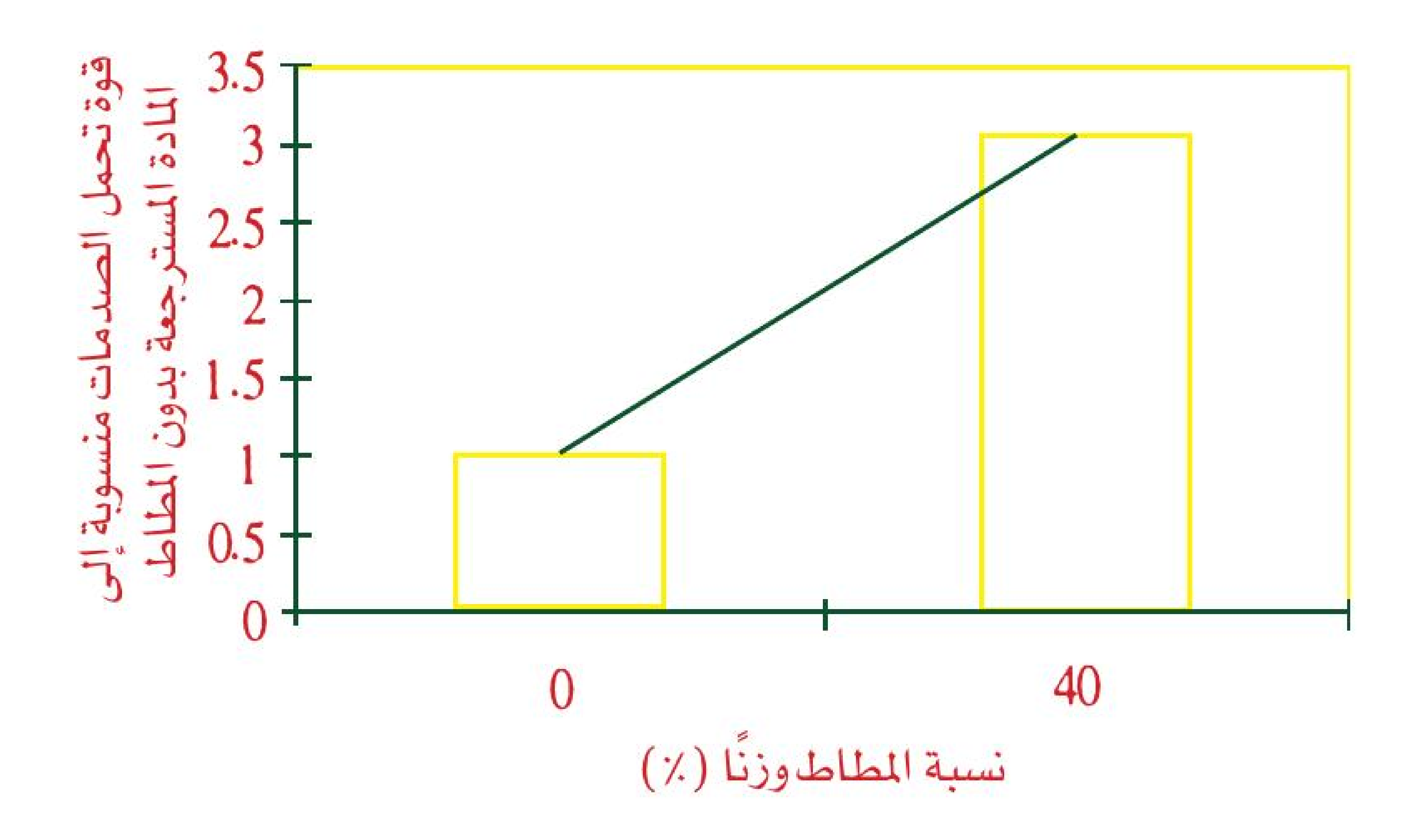


الشكل (ج-١٥) المواد البلاستيكية المنتجة في شكلها النهائي على شكل حبيبات.

تحسين خواص المنتج النهائي

تم استخدام جهاز بندولي بطاقة سعتها ٧ جول لقياس الطاقة اللازمة لكسر العينة عند درجة حرارة الغرفة. وقد تم عمل العينات على هيئة متوازي مستطيلات بأبعاد ٦٢ في ١٣ في ٣ مم بواسطة جهاز داينيسكو لعمل المصهورات البوليمرية قليلة الأحجام. تم عمل أنظمة مختلطة من المطاط من نوع EP-g-MA مع مادة PET.

والغرض من عمل تلك الأنظمة هو تحسين الخواص الميكانيكية للمواد المسترجعة. ويبين الشكل ج-١٦ أثر إضافة ٤٠٪ من المطاط على متانة المادة المسترجعة، حيث نتجت لدينا مادة تتمتع بمقاومة للصدمات بمقدار أكثر من ثلاثة أضعاف مقاومة المادة المسترجعة.



الشكل (ج-١٦) أثر إضافة المطاط على الخواص الميكانيكية للمواد المسترجعة من النوع PET.

المرحلة الرابعة: اقتراح منتجات مفيدة من النفايات البلاستيكية

ذكرنا سابقًا أن الإستراتيجية المثلى للاستفادة من النفايات البلاستيكية هو تحويلها إلى منتجات تتسم بطول عمرها

الاستخدامـي. لـذا تم تصنيع بعض المنتجات المفيـدة مثل صناديق البريد والبلاط البلاستيكي وغيرها، كما يبين ذلك الشكل ج-١٧.





الشكل (ج-١٧) بعض المنتجات المفيدة المصنعة من النفايات البلاستيكية.

المراجع

[1] Christensen, T.H., Fruergaard, T., Matsufuji, Y. 2011. Residential waste. In□ Solid waste technology and management, edited by Thomas H. Christensen. Blackwell Publishing Ltd. ISBN□9783□1 751 7□405□1 □

[2] □Evolution of bio□waste generation/prevention and bio□waste prevention indicators□, European commission DG Env, Final report, September 16, 2011.

[3] Rajput, R., Prasad, G., Chopra, A.K. 2009. Scenario of solid waste management in present Indian context. Caspian J. Env. Sci. 7(1)□4553□

[4] http□//www.ecomena.org/solid□waste□management□in□saudi□arabia.

[٥] ملخص نتائج دراسة تصنيف مكونات النفايات في مدينة الرياض لعام ١٤٢٥ هـ، صالح بن أحمد العياض، الإدارة العامة للنظافة، أمانة مدينة الرياض.

[6] □Scenarios of household waste generation in 2020□, European commission Joint Research Center, EUR 20771 EN, June 2003.

[7] http□//www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/index.htm

[8] http□//www.id2.ca/downloads/eco□design□paper□facts.pdf

[9] http□//www.goinggreentoday.com/blog/11□facts□about□paper□waste

[10] http://www.zerowaste.co.nz/what-is-waste/facts-figures

[11] Walker, P. 2000. Food residuals□ Waste product, by□product, or co□product. In□Waste to animal feed, edited



by Michael L. Westendorf. Iowa State University Press, Ames, Iowa (USA). ISBN 0-8138-2540-7.

[12] http://www.mrw.co.uk/news/food-waste-down-but-still-costs-uk-12bn/8622542.article

[13] http://www.waraqat.net/200808//kufr-aln3mar2.jpg

[14] Alsewailem, F.D. 2009. Post consumer plastic in Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia, Arab Gulf J. Sci. Res. 26 (3): 168-175. In Arabic.

[15] Backyard composting it's only natural, EPA530-F-09026, October 2009.

[16] Alsewailem, F.D. Plastic waste problem: the balance between economic benefits and the environment, National environmental conference, Qaseem university, Buraydah January 2008. In Arabic

[17] Salthammer, T. 1999. Organic indoor air pollutants: Occurrence, measurement, evaluation, Wiley - VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany.

[18] Ayoko, G.A. 2009. Volatile organic ingredients in household and consumer products. In: Organic indoor air pollutants, 2nd ed., edited by Tunga Salthammer and Erik Uhde. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany. ISBN-9782-31267-527-3.

[19] Rimkus, G.G., Wolf, M. 1996. Polycyclic mask fragrances in human adipose tissue and human milk. Chemosphere 33:2033 - 2043.

[20] Bridges, B. 2002. Fragrance: emerging health and environmental concerns. Flavour Frag. J. 17:361 - 371.

[21] http://www.onsafelines.com/images/newcoshh.gif.

[22] http://www.ilacsd.org/pdf/brochures/HHW-Brochure0603.pdf.

[23] Chang, S.Y. 2009. Municipal solid waste management and disposal. In: Environmentally conscious materials handling, edited by Myer Kutz. John Wiley 7 Sons, Inc. ISBN: 9780-1 7070-470-0.

[24] http://www.alsharq.net.sa/201 31 011 723/02/1 2/.

[25] http://www.al-madina.com/node/375643.

[26] http://www.mutair.ws/vb/showthread.php?t=4604.

[27] http://insidescoopsf.sfgate.com/files/201108//recycling-.jpg.

[28] Sabic Annual Report,.2004

[29] Murray, R., Zero waste, Greenpeace environmental trust, London 2002.

[30] Smith, D.N., Harrison, L.M., Simmons, A.J. 1 999. A survey of schemes in the United Kingdom collecting plastic bottles for recycling. Resour. Conserv. Recy. 25-1 7-34.

[31] https://www.wageningenur.nl/en/show/Innovative-landfill-bioreactor-systems-for-municipal-solid-waste-treatment-in-East-Africa-1 .htm.

[32] Brisson, I.E. 1 997. Assessing the -Waste Hierarchy- a social cost-benefit analysis of MSW management in the European Union. Samfund, Okonomi and Miljo Publication Number 1 9.

[33] Huhtala, A. 1 997. A Post-Consumer waste management model for determining optimal levels of recycling and landfilling. Environ. Resour. Econ. 10 (3): 301-31 4.

[34] Kinnaman, T.C., Fullerton, D. 1 999. The economics of residential solid waste management. NBER Working Paper No. 7326, JEL No. H71 , Q28. http://www.nber.org/papers/w7326



السيرة الذاتية

للدكتور / فارس بن دباس السويلم

- يعمل الدكتور/ السويلم أستاذ بحث في المركز الوطني لتقنية البتروكيماويات، التابع لمعهد بحوث المواد بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في مدينة الرياض.
- وقد عمل مساعدًا للمشرف على معهد بحوث البتروكيماويات للشؤون العلمية خلال المدة من يناير ٢٠٠٩ إلى ديسمبر ٢٠١١م.
- وهو حاصل على درجتي الماجستير والدكتوراه من جامعة فرجينيا الغربية بالولايات المتحدة الأمريكية في تخصص الهندسة الكيميائية، مع تخصص مساند في الرياضيات التطبيقية.
- وقد شارك في العديد من اللجان داخل مدينة الملك عبدالعزيز وخارجها.
- وهو عضو هيئة تحرير مجلة الجزيئات الضخمة مفتوحة المصدر. وعضو سابق في العديد من الجمعيات المهنية: مثل جمعية المهندسين الكيميائيين الأمريكية، وجمعية مهندسي البلاستيك وغيرهما.
- تلقى العديد من الدورات التدريبية في مجال البوليمرات، وعمل في مختبر ارقون الوطني بالولايات المتحدة الأمريكية.
- تنصب الاهتمامات البحثية للدكتور/ السويلم في مجال معالجة المواد البوليمرية وتطويرها. وقد قام بتحكيم العديد من المقترحات البحثية والأوراق العلمية المقدمة للنشر في مجلات عالمية. وقد قام أيضًا بالتدريس لطلبة البكالوريوس والدراسات العليا في الكلية التقنية بالرياض وجامعة الملك سعود وجامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن. أشرف وساعد في الإشراف على العديد من رسائل الماجستير وناقشها.
- لديه كتاب مؤلف في سنة ١٤٣٠هـ بعنوان (البلاستيك والغذاء). وقد نشر العديد من الأوراق العلمية المحكمة في مجلات ومؤتمرات دولية، وصدر له ثماني براءات اختراع من المكتب الأمريكي للعلامات التجارية وبراءات الاختراع.